

عنوان الكتاب : علم النبات الزراعى (علمى وعملى)

المؤلف : جون برسيفال

سنة النشر : ١٩١٦

رقم العهدة : د / ٤٢٣

الـ ACC : ١٨٧٢٥

عدد الصفحات : ٣٦١

رقم الفيلـم : ٧

كتاب علم النبات الزراعى

“علمى وعملى”

الجزء الأول والثانى والثالث

- A-9/18710

- 200/581

- 13/4231

الحكومة المصرية — وزارة الزراعة

قسم التعليم الزراعى

كتاب

علم النبات الزراعى

“علمى وعملى”

تأليف

الأستاذ چون برسيفال

العضو بالجمعية الزراعية الليبانية ومدير قسم الزراعة وزراعة البساتين بكلية الجامعة بمدينة رندج

الجزء الأول والثانى والثالث

من الفصل الأول الى الفصل الثالث والعشرين

(نقل الى العربية فى وزارة الزراعة)

المطبعة الأميرية بالقاهرة

١٩١٦

محتويات الكتاب

الجزء الأول — المورفولوجيا الظاهرة العامة :

صفحة	
١	الفصل الأول — مقدمة
٦	الفصل الثاني — البزور — بناؤها وإنباتها
٢٣	الفصل الثالث — الجذر
٣٢	الفصل الرابع — الفرخ الحضري — السوق والأوراق والبراعم
٥٥	الفصل الخامس — الورقة
٦٥	الفصل السادس — الزهرة
٧٦	الفصل السابع — النورة
٨٠	الفصل الثامن — الثمار وثر البزور

الجزء الثاني — تشريح النبات :

٩٣	الفصل التاسع — الخلية النباتية — انقسام الخلية — الأنسجة ...
١٠٢	الفصل العاشر — تشريح الساق والجذر والورقة

الجزء الثالث — فسيولوجيا النبات :

١٣٣	الفصل الحادي عشر — تركيب النباتات الكيماوى
١٥٠	الفصل الثاني عشر — تركيب النباتات (نقطة)
١٦١	الفصل الثالث عشر — الانتشار الغشائى (Osmosis) — امتصاص الماء
١٧٦	الفصل الرابع عشر — الشح
١٨٦	الفصل الخامس عشر — امتصاص المواد الزائدة

الجزء الثالث - فسيولوجيا النبات : (تابع)

صفحة	
...	الفصل السادس عشر - تثبيت الكربون أو التمثيل -
١٩٣	التركيب الضوئي
٢٠٣	الفصل السابع عشر - تكون البروتينات - نقل الزاد واختارانه
٢١٤	الفصل الثامن عشر - الانزيمات وهضم المواد المختزنة ...
٢٢١	الفصل التاسع عشر - التنفس
٢٢٨	الفصل العشرون - النمو
٢٤٧	الفصل الحادي والعشرون - التوالد
٢٥٧	الفصل الثاني والعشرون - التوالد (ثمّة)
٢٨٣	ملحق للفصل الثاني والعشرين - قوانين الوراثة المندلية
...	الفصل الثالث والعشرون - النباتات المزروعة وأصلها -
٢٩٤	تربية النباتات

الجزء الاول

المورفولوجيا الظاهرة العامة

الجزء الأول

المورفولوجيا الظاهرة العامة

الفصل الأول

مقدمة

١ - تقسم الأشياء التي نصادفها كل يوم الى طائفتين متميزتين بعضهما عن بعض هما : الأشياء الحية كالطيور والحشرات والماشية والأشجار والأزهار والأعشاب ثم الأشياء غير الحية كالهواء والماء والزجاج والحديد .

والفرق بين هاتين الطائفتين من الأشياء - وان تعذر ايراد بيان واف كاف عن ماهية الحياة يناسب جميع الأغراض العملية - ممكن معرفته بسهولة . ودرس كل منهما درساً واسعاً يؤدي الى استنتاج أن بين عالمي الأحياء والجماد حدّاً فاصلاً ثابتاً .

أهم خواص الأشياء الحية وأظهرها قوة إنتاجها أفراداً جديدة ، أى قوة التوالد (Reproduction) . وتقسم تلك الأشياء عادة الى رتبتين : الحيوانات والنباتات . ويستعمل لفظ "بيولوجيا" أو علم الحياة فى أوسع

٢ - وسنقصر القول على الشائع من نباتات الحقول والبساتين فان هذه النباتات تخالف الحيوانات في الصورة والبناء مخالفة تامة . وبما أن صعوبة تحديد رتبتى الكائنات (Organisms) انما تصادفنا فى دراسة الكائنات الدقيقة (Micro organisms) التى لا يمكن مشاهدتها تمام المشاهدة فلا بأس باهمالها حتى حين .

ولا يخفى أن النباتات يمكن درسها من وجوه مختلفة متعددة فتدشأ عن ذلك فروع خاصة وأقسام من العلم ، فقد يقصر النظر على بحث وظائف الأجزاء المختلفة فى جسم النبات - على العمل الذى تقوم به الأوراق والجذور والأزهار فى حياة النبات - ويعرف هذا الجزء من العلم "بالفسيولوجيا" (Physiology) وقد يعنى بصورة الأجزاء المختلفة وأصلها ونشؤها وتكشفيها وعلاقة الأجزاء المختلفة بعضها ببعض بدون اشارة الى العمل الذى تقوم به ويطلق على هذا الفرع اسم "المورفولوجيا" (Morphology) وقد يدرس بناء الأجزاء المختلفة من النباتات ونظامها لتعيين وجوه التشابه والتباين التى بينها توصلنا الى وضع جميع النباتات التى بينها شئ من التشابه فى طوائف ، ويسمى هذا مبحث "النبات الترتيبي" (Systematic Botany) . وقد يقسم العلم رغبة فى التوسع والامسام به بطريقة منطقية عدة أقسام أخرى وتجعل دراسة النباتات فى كل قسم منها من وجه يخالف الوجه الآخر مخالفة ما . أما نحن فنسقتصر دراستنا أولا على النباتات البزيرية ، (Seed-plants) وإن كانت الرتب الأخرى من المملكة النباتية جديرة بالنظر ، لأن هذا القسم يشمل الشائع الأشيع من النباتات فى كل مكان . ويجدر بالزراع وبكل من لهم مصلحة فى تعهد النباتات سواء أكان للتسلي بذلك أم لاكتساب مغم أن يختبروا ويبحثوا النباتات من وجوه شتى إذ لا يمكن بغير ذلك أن يحصل تقدم حقيق فيما يزرعون .

معناه للدلالة على دراسة صور الأشياء الحية جميعها وذلك الفرع من البيولوجيا الذى يبحث فيه عن الحيوان يسمى "علم الحيوان" فى حين أن الفرع المتعلق بدراسة النباتات يسمى "علم النبات" . هذا وفى الحيوانات المعروفة قوة التحرك من جهة لأخرى بطريقة ليست فى النباتات وفضلا عن هذا فان الحيوان يحتاج الى مواد يستعملها غذاء له يستمدّها من أشياء حية أخرى كاللحم واللبن والخبز والبطاطس والمواد التى من هذا القبيل فى حين أن أكثر النباتات الشائعة قادرة على الانتفاع بالمواد التابعة بته لعالم الجماد مثل ثانى أكسيد الكربون والماء وشيتت من المواد المعدنية . ومع أن هذه الأوجه من التباين بين النباتات والحيوانات كافية لتمييز إحدى الرتبتين عن الأخرى ما تعلق الأمر بشئون الحياة اليومية فان استقصاء البحث فى الأشياء الحية يدل على أن فيها ما يماثل النبات فى بنائه (Structure) وقوة انتفاعه بالمواد غير العضوية للاغتذاء بها وهو بالرغم من ذلك قادر على التحرك كما تتحرك الحيوانات فى حين أن بعض ما يعتبر فى العادة من الحيوانات لا يتحرك إلا قليلا وفضلا عن هذا فان هناك أشياء حية تعدّ فى النباتات دائما إذ تنتج أزهارا وبزورا مع أنها لا تستطيع الحياة اذا أمدت بثانى أكسيد الكربون والمعادن بل انما يلزمها أن تغذى بنفس المواد التى تحتاج اليها الحيوانات أو بما يماثلها فلا غمرو إن كانت المجهودات التى تبذل لتعيين حدّ فاصل دقيق بين النباتات والحيوانات تذهب سدى إذ يظهر أن المواد الحية التى فى كل منهما واحدة وليس هناك نقطة اختلاف واضحة بين ما يسمى بالملكيتين الحيوانية والنباتية . أن العالم الحى واحد لا اثنان . ولا بدّ للاسنان أن يعى أن النباتات أجسام حية كالحيوانات سواء بسواء إذ أن معظم الأغلاط التى يقع فيها الناس فى تعهد وزراعة النباتات تنجم عن قلة ادراك تلك الحقيقة .

وأما "المعمرة" فهى النباتات التى تعيش أكثر من سنتين وقد تمضى عليها عدة فصول قبل أن تنتج أزهارا أو بزورا وتنقسم فى الغالب الى قسمين :

(١) النباتات العشبية المعمرة (Herbaceous Perennials) .

(٢) النباتات الخشبية المعمرة (Woody Perennials) .

ففى القسم الأول تكون الأوراق والسوق التى فوق الأرض طريئة رخصة ثم تموت فى آخر فصل النمو . أما أجزاء النباتات التى تبقى لتنمو فى السنين التالية فتمكث تحت الأرض . ومن هذه الرتبة النبات المعروف فى مصر "بسم الفراخ" (Withania) ونبات البطاطس وحشيشة الدينار . أما فى النباتات الخشبية المعمرة ومنها كل الأشجار والشجيرات فان السوق التى فوق الأرض تكون خشبية صلبة .

وهذه الطريقة فى تقسيم النباتات تبعا لطول آجالها نافعة إلا أنها ليست فاصلة لأن مدة مكث تلك النباتات تتوقف بعض التوقف على الفصل وزمن البذر وطريقة تعهد الزراعة .

وللناخ والتربة كذلك تأثير فى مكث النباتات إذ أن الحولية فى بعض الأقاليم تعتبر ذات سنتين فى غيرها وربما أصبحت معمرة فى أخرى .

تجربة ١ : أذرحوب غلال وبعض المغلات (Crops) الجذرية أى المحصولات الجذرية — الفت والبنجر والجزر — فى خطوط قصيرة فى اليوم الأول من كل شهر فى خلال سنة كاملة ثم دون مشاهداتك عن نموها حتى وقت انتاجها للبزور تحصل على نتائج جلى .

٥ — ولما كانت مدة حياة النباتات الزهرية عرضة لمثل ما أشير اليه من التغير وكان تقسيمها الى حولية وذات سنتين ومعمرة تقسما عرفيا (Arbitrary) فقد وضعت تلك النباتات أحيانا فى طوائف تبعا لعدد المرات التى تنتج فيها بزورا .

٣ — إن معظم نباتات الحقول تابع للرتبة المعروفة "بالنباتات البزيرية" (Spermaphytes) وقد تسمى "بالنباتات الزهرية" (Flowering Plants) ولكن أهم خواصها انتاج البزور . وتاريخ حياة النبات البزرى عملية مستمرة من النمو والتكشف يرى فيها أربعة أدوار متميزة هى :

(١) انبات البزرة وخروج نبت صغير منها .

(٢) تكشف (Development) الجذور والسوق والأوراق الخضراء ونموها .

(٣) دور الإزهار أى تكوين الأزهار وفتحها .

(٤) انتاج الأثمار وما تحتوى من البزور .

ويكون تتابع الأحوال على هذا الترتيب اجماليا ويشغل تكشف الجذور والسوق والأوراق أكبر جزء من حياة النبات عادة على أن هناك اختلافا كبيرا فى مقدار الزمن الذى يستغرق للوصول الى شتى أدوار التكشف كما أن الأدوار ليست متساوية الأمد دائما فى النوع الواحد من النبات .

٤ — قد تقسم النباتات من حيث آجالها الى "حولية" (Annual) أى سنوية و"ذات سنتين" (Biennial) و"معمرة" (Perennial) .

يراد "بالحولى" ، النبات الذى يتم دور حياته فى فصل نمو واحد وذلك أنه يتبدى بزرة ثم ينمى جذرا وساقا وأوراقا ثم ينتج أزهارا وبزورا ثم يموت بعد ذلك تاركا وراءه ذرية فى صورة بزور .

أما النبات "ذو السنتين" فيبتدى حياته فى صورة بادرة (Seedling) ويقضى دور نموه الأول فى انتاج الجذر والساق والأوراق وحدها ثم يدخل بعد ذلك فى دور ثان من النمو وينتج ساقا تحمل أزهارا وبزورا يموت النبات بعد نضجها .

فالنباتات التى تعطى مغلا واحدا ثم تموت بعد ذلك تسمى "بالنباتات الوحيدة الحمل" (Monocarpic) ومن هذا النوع النباتات الحولية وذات السنتين وكذلك بعض النباتات المعمرة .

أما النباتات التى منها أكثر الأشجار والشجيرات والعلّيق (Bind-weed) وكثير من الأعشاب وتستطيع إنتاج أزهار و بزور فى عدد غير محدود من الفصول فإنها تسمى "بالنباتات عديدة الحمل" (Polycarpic) .

الفصل الثانى

البزور — بنائها وإنباتها

١ — لا يخفى أن من أشيع الطرق فى تربية النبات بذر ما يسمى "بالبزور" ولكن قل من يدركون طبيعتها الحقيقية ومقدرتها من يستعملونها ولعل ذلك القصور فى المعلومات لا ينشأ عن عدم الاهتمام بالبزور كما ينشأ من أنها، رعايا لحسن تعهدها، تكون فى العادة مدفونة فى الأرض وعلى ذلك فهى خفية عن العين وزد على ذلك أن من هذه البزور ما هو صغير الحجم بحيث يصعب أن تراه العين المجردة . ولابد لفهم الطبيعة الحقيقية لبزرة ما ، من اختبار أصلها وبنائها ثم ملاحظة نموها ما استطعنا من أول عهود حياتها الى الوقت الذى تنتج فيه نباتا صغيرا تام التكوين .

✓ بزرة الفول — ان بزرة الفول الرومى العريضة التى نشاهدها فى التمرين العملى العادى فى الحدائق والحقول هى من أكبر البزور وبما أن أجزاءها ذات حجم يكفى للملاحظة كل أجزائها بدون الاستعانة بشئ أقدر من عدسة الجيب المعتادة فهى اذن موافقة للدراسة موافقة خاصة .

عند ما تنفتح قرنة هذا الفول العريض — اذا ما أوشكت أن تنضج — تجد أن كل بزرة فيها ملتصقة بداخلها بواسطة خيط قصير هو "السُر" (Funicle) (شكل ١) وفى هذا الخيط تمر جميع المواد الغذائية من "الأم" (Parent) الى البزرة فى صغرها لتتمكن من التكشف . وتكون "القرنة" (Pod) فى أول الأمر على شكل أولى (Rudimentary) فى مركز الزهرة وتكون أجزاؤها ومكوناتها إذ ذاك صغيرة جدا ومع ذلك فيستطاع مشاهدتها بسهولة بواسطة العدسة الجيئية . وبعد ذبول الزهرة تنمو القرنة والبزور التى فى داخلها ، ويزداد حجمها شيئا فشيئا بما تمدها أجزاء النبات الباقية من الغذاء وفى النهاية عند نضجها تذبل وتجنف الحبال السُرية ثم تنفصل البزور عن أمها التى ألتجتها .

اذا جفت البزور ونضجت كانت كل بزرة صلبة ذات سطح غير مستوى ولكن لا يمكن فى هذه الحالة فحص بنائها فحفا واضحا ولكنها إذا نقتعت فى الماء مدة اثنتى عشرة ساعة تصبح ألين مما كانت وحينئذ يسهل فحص أجزائها . أما السطح الخارجى ذو اللون البرتقانى الباهت فهو أملس وعند أحد طرفيه ندبة (Scar) سوداء ضيقة ممتدة تسمى "سرة البزرة" (Hilum) وتعرف فى العرف "بعين بزرة الفول" وهى تدل على الموضع الذى انفصل فيه طرف السر العريض عن البزرة حين نضجها فى القرنة .

بالقرب من أحد طرفى السرة ثقب دقيق جدا يعرف "بالثقب" (Micropyl) يمكن رؤيته بالعدسة الجيئية بسهولة ومنه يرشح الماء مصحوبا بفقاعات هوائية اذا ضغطت بزور الفول المنقوعة بين السبابة والابهام .

ولهذا الثقب اتصال بداخل البذرة ، وهو الفتحة الوحيدة التى فيها . واذا شق حول حافة البزرة بمطواة أمكن نزع الجزء الخارجى من بزرة الفول ولاح كغشاء جلدى باهت الصفرة نصف شفاف ويعرف هذا "بالقشرة"

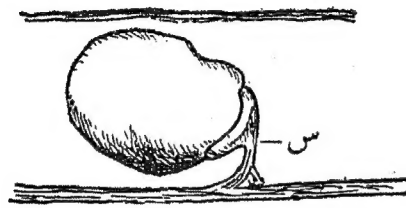
(Testa) أو "الغلاف البزرى" وهو أغلظ ما يكون جسما وأنعم نسجا فى الموضع الذى فيه السرة . أما ما بقى من البزرة بعد إزالة غلافها فذو شكل بيضى مسطح شبيه بشكل بزرة الفول التامة ويمكن قسمته الى نصفين شحمين (Fleshy) كبيرين يسميان "بalfصين" (Cotyledons) أو "بalfلقطين" (شكل ٣ ف) وهذان النصفان غير منفصلين بعضهما عن بعض انفصالا تاما بل هما مرتبطان من الجانب بحسم مخروطى بارز (شكل ٣ ج) يرى أحد طرفيه مائلا فراغا أجوف من غلاف البزرة يقابل النقيير بالضغط ، أما الطرف الثانى فنش ومنعطف الى الداخل بين الفلقطين الشحمتين ويسهل ملاحظة امتداد هذا الجسم (Structure) المنحنى الصغير وشكله اذا استوصلت احدى الفلقطين استئصالا تاما . هنالك يبقى هذا الجسم معلقا فى الفلقة الأخرى كما فى شكل (٣) .

تج ٢ : انقع بعض بزور الفول الرومى الرطب فى الماء ثم احفظها مدى الليل فى مكان دافئ . الخص هذه البزور فى اليوم التالى ثم ارسم الأجزاء المختلفة التى شوهدت قبل إزالة القصرة وبعدها . لاحظ موضع أجزاء الجنين بعضها من بعض وبالنسبة لغلاف البزرة .

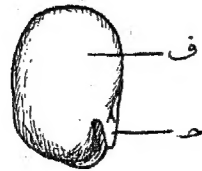
الخص وقارن بناء البزور الآتية بعد نقعها بنفس هذه الطريقة : بزرة البازلاء (البسلة) وبزرة الجلبان ثم بزرة البرسيم .

أما بزرة الفول فلا تشتمل على شئ أكثر مما سبق وصفه على أن طبيعة الأجزاء المكوّنة لها وعلاقتها لا تظهران إلا اذا وضعت البزرة فى التربة أو حفظت مع مراعاة شروط معلومة ثم تركت لتنمو .

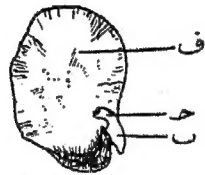
وإذا ابتدأ النمو استطال الجزء الأسفل من ذلك الجسم الصغير المنحنى ومهد طريقه مخترقا غلاف البزرة فى نقطة قريبة جدّا من النقيير لا فى النقيير ذاته كما يقال فى الغالب خطأ وسرعا ما يصبح على صورة أشبه بما فى شكل (٤) ويعرف إذ ذاك "ببذر نبيت بزرة الفول" .



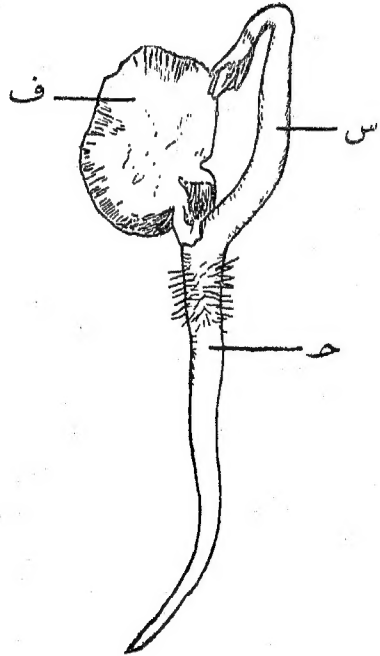
(شكل ١)
قطعة من قرنة فول تبين موقع السر "س"
وبذرتة المتصلة به



(شكل ٢)
جنين فولة بين : ح الجذير ؛ ف = الفلقة



(شكل ٣)
مثل شكل (٢) ؛ بعد استئصال احدى الفلقطين ؛
ح = الجذير ؛ ب = الريشة ؛ ف = فلقة الجنين



(شكل ٤)

جنين الفولة بعد نمو أربعة أيام . استوصلت
إحدى فلقتيه . ف = فلقة ؛ ح = الجذر
الابتدائي ؛

س = السويق الجنينية العليا على طرفها
برعم . يقارن بشكل (٣) .

أما الجزء العلوى المنحنى الكامن بين الفلقتين فإنه يندفع فى طريقه الى الخارج من نفس الفتحة التى فى غلاف البزرة ثم ينمو حتى يصير ساقا من طرفها تتفتح الأوراق تدريجيا . من هنا يتبين أن بزرة الفول العريضة هى عبارة عن كيس مشتمل على نبات بزرة الفول فى حالة أولية (Rudimentary). ويسمى هذا النبيت "بالجنين" (Embryo). أما جزؤه الذى يصير جذرا وساقا فيسمى "بالمحور الأصيل" (Primary Axis). وجزء المحور الأصيل الذى تحت نقطة اتصال الفلقتين به يعرف "بالجذير" (Radicl) ويتكوّن من قطعة ساق صغيرة جدًا هى "السويق الجنينية السفلى" (Hypocotyl) التى يوجد الجذر عند طرفها ولا يمكن معرفة المكان الذى تنتهى عنده الساق ويتبدئ الجذير فى بادرة (Seedling) الفول بدون مساعدة الميكروسكوب وفحص البناء الداخلى لمحور النبات .

أما طرف المحور الأصيل المنحنى الذى هو فوق الفلقتين فهو "ريشة الجنين" (Plumule) ويتكوّن من قطعة ساق صغيرة تسمى "السويق الجنينية العليا" (Epicotyl) ، ويوجد على قمته برعم أو زر يخرج منه الساق المعتادة التى تظهر فوق سطح الأرض تحمل أوراقها الخضراء وأزهارها . وفى الأدوار الأولى من نمو الجنين من البزرة نجد أن نمو السويق الجنينية السفلى قليل جدًا . أما أعظم أجزاء الساق نموًا فى هذه الحالة فهو السويق الجنينية العليا . واستطالة ذلك الجزء من هذا النبيت هو الذى يدفع الريشة فوق سطح الأرض محوطة بأوراقها الصغيرة . أما الفلقتان فتبقيان تحت الأرض فى قصرة البزرة .

أما الجزء العلوى من الساق وهو الذى يحمل الريشة فيخرج من البزرة منحنيًا ثم يبق على هذا الشكل بعد خروجه بمدة وبهذه الطريقة تصاب

فى خلال سنتين أو ثلاث . ولكنا سنتكلم عن هذه المسألة بإفاضة فى فصل من الفصول الآتية فيكفى لغرضنا الذى نحن فى صدده أن نذكر أن عمر البزرة عاجل مبين فى الانبات بصرف النظر عن الشروط الثلاثة المذكورة فيما سبق .

٣ — ضرورة الماء للانبات أمر معروف لأن بزور الفول يمكن حفظها مدة غير محدودة دون أن تنبت فى كيس أو فى درج على درجات حرارة مختلفة ومع وصول الهواء إليها . ولكنها إذا وضعت فى أرض رطبة أو بين ورق نشاف رطب تنتشر الماء بسرعة . وتسهل ملاحظة ذلك عند ما تتقع حبوب الفول مدة اثنتى عشرة ساعة فى إناء مملوء بالماء فان الماء ينفذ من أجزاء غطاء البزرة جميعها ولا سيما من التفسير ومن الخط اللين المادة الذى يخترق طول مركز السرة بأكمله . فينتقل الماء بسرعة حتى يتصل بجزء الجنين الذى ينمو أولا أى الجذير . أما الجزء اللين الاسفنجى الغليظ من داخل القصرة الذى يكون تحت السرة فإنه يخترق كمية كبيرة من الماء ينتفع بها النبات النامى . وهذا ويتشرب الجنين والغطاء بأكمله الماء ويزدادان رخصا وكبرا تبعا لذلك ولا يتبدئ بزرة الفول فى اظهار أية علامة من علامات الانبات إلا بعد أن يحدث ذلك الانتفاخ .

نتج ٤ : لبيان تأثير التغير والسرة فى تشرب الماء خذ عشرين بزرة من الفول تكون كلها بحجم واحد تقريبا ثم ادهن سطح التغير والسرة من عشر بزور منها بوريش سريع الجفاف أو بالطلاء الأسود الذى تطلق به الدراجات (Cycle Black) ثم خط خطوطا ذات حجم واحد على البزور العشرة الأخرى بحيث لاتلص التغير ولا السرة . زن كل قسم من هذين القسمين على حدة ثم ضع البزور جميعها فى حوض ماء طول الليل ثم انشلها من الماء فى صباح اليوم التالى وجففها بعناية بمنشفة ثم زنها ثانية . وانظر رأى القسمين كانت زيادته أكثر .

٤ — حاجة الانبات الى درجة حرارة مناسبة أمر يعرفه الذين تعودوا بذر البزور . إذا وضعت بزور الفول المنقوعة فى الأرض فى زمهرير الشتاء فإنه لا يبدو

أوراق الريشة الرقيقة من الأذى أثناء تقدمها فى النمو الى أعلى اذا كانت البزرة قد وضعت فى الأرض أو الرمل (شكل ٤) .

نتج ٣ : لف بعض بزور من الفول المنقوع فى خرتين رطبتين من الصوف أو القطن ثم ضعها فى طبق وغطها بطبق آخر وذلك بوضعه مقلوبا فوقها ثم اتركها فى جرة دائية والخصب مرتين فى كل يوم ودعها معرضة للهواء الطلق بضع دقائق فى كل مرة مع حفظ الخفة رطبة لاملولة — وعندما تنبت لاحظ الموضع الذى خرج منه الجذير من غلاف البزرة . دع بعضها ينمو حتى يخرج الجذر والريشة من البزرة خروجا بيضا ثم قارن الأجزاء المختلفة من البزور الناتبة بأجزاء البزور التى لم تنبت .

٢ — الانبات : عند ما تكون القرنة فى حالة التكون يغذى الجنين الذى فى البزرة من الأم ثم ينمو نموا ظاهرا حتى يتم نضجه وحينئذ يكون النبات الصغير فى حالة سكون (Dormant state) داخل البزرة ولا تبدو عليه إذ ذاك أى علامة من علامات الحياة . فإذا توافرت له شرائط خاصة يأخذ فى التيقظ ثم ينطلق من الغلاف الذى يقيه محجلا ليحيا مستقلا . هذا التيقظ من حالة السكون الى حالة النمو الفعلى يسمى "بالانبات" (Germination) ويتوقف على مدد كاف من : (١) الماء (٢) الحرارة (٣) الهواء أو الأوكسجين . ولا بد فى كل حال من أن يكون النبات الصغير الذى فى البزرة حيا .

أما حقيقة حالة السكون فى البزور فغير مفهومة تمام الفهم . ولكن أجنة البزور القديمة أو التى جمعت قبل أن تبلغ أو خزننا خزنا سيئا تكون فى الغالب ضعيفة أو ميتة وفى هذه الحالة لا يكون الانبات ممكنا . كما أنه لم يستطع أن يحدد مقدار الوقت الذى يمكن أن تحفظ فيه البزور فلا تموت أجنيتها تحديدا مرضيا إذ أنه يختلف باختلاف نوع البزرة ونضجها وتركيبها وكذلك طريقة تخزينها . ففى معظم بزور البساتين والحقول التى تحترق بالطرق المعتادة وجد أنه لا يصلح للنمو منها بعد عشر سنين إلا القليل ويموت عدد عظيم منها

عليها أى علامة تدل على تنبها من حالة السكون التى هى فيها ، وإذا بدت كانت ضئيلة جدًا ، ولكنها إذا وضعت على ورقة رطبة من النشاف وغطيت بزجاجة ثم استبقيت فى غرفة خرج الجذير فى أيام قليلة من البزرة ، وتختلف البزور بعضها عن بعض فى احتياجها الى درجة الحرارة اللازمة لانباتها فأجسنة بعض البزور تتسدى فى مد جذيراتها واختراق طرقها داخل غلاف البزرة حتى ولو حفظت على درجة من الحرارة فوق نقطة التجمد : وغيرها يحتاج الى درجة حرارة مقدارها ٩° أو ١٠° مئوية حتى تشرع فى النمو . وإذا حاولنا إنماء بزور الفول على درجة ٥° مئوية وجد أن هذه الدرجة حارة جدًا فلا تتقدم البزور فى نموها إلا قليلا وقد لا تتقدم مطلقا . وبين تلك الدرجة العالية التى يظهر أن النمو محال فيها وبين نقطة التجمد التى يوقف عندها نمو جنين بزرة الفول ، توجد درجة حرارة يتقدم فيها نمو الجنين أسرع تتقدم ويخرج من غطاء البزرة فى أقصر وقت . تلك الدرجة المناسبة جدًا المناسبة ، هى حوالى ٢٨° مئوية أما على درجات الحرارة التى فوقها أو تحتها فإن الانبات يتأخر .

تج ٥ : هى كيتين منفصلتين من بزور فول ذات حجم متشابه ، منقوعة أبد مدة واحدة فى خرفة رطبة كما سبق الوصف فى التجربة الثالثة ثم ضع إحدى الكيتين فى غرفة دافئة وضع الأخرى فى مكان بارد ولاحظ أيتهما تخرج جذيراتها أول .

٥ — ولا بد لنمو النبات الصغير من بزرة الفول من مدد من الهواء ولكن داعى الحاجة اليه غير ظاهر ولا مدرك عند الناس إدراكهم لضرورة الرطوبة والدفء . على أنه يرى أن بزور الفول إذا وضعت فى دورق أو زجاجة مشتملة على ثانى أو أكسيد الكربون أو على الايدروجين تأبى الانبات حتى ولو أمدت بكمية مناسبة من الماء واستبقيت فى حرارة تعادل حرارة الصيف .

تج ٦ : ضع عشر بزور منقوعة من بزور الفول فى زجاجة ذات رقبة واسعة : املا الزجاجة من غاز ثانى أو أكسيد الكربون أو غاز الاستصباح ثم سدّها بسدادة محكمة من الصمغ المر (الكافشوك) . هى زجاجة أخرى بنفس تلك الطريقة واملاها من الهواء المعتاد بدلًا من المواد السابقة ، ثم ازرع سدادتها مرتين فى كل يوم وادخل فيها شيئًا من الهواء النقي بواسطة النفخ الصناعى حتى تضمن بذلك إمداد البزور بكمية وافية من الهواء . ضع الزجاجتين فى مكان دافئ ثم لاحظ أيتهما خير انباتًا .

٦ — ان التمدد الخاص أو النمو الذى يحدث فى الأجزاء الداخلة من بزرة الفول وضرورة إمدادها بكمية مناسبة من الماء والهواء والحرارة لظهور هذه التغيرات يدلنا على أن ما بين أيدينا هو كائن حي . ويتضح ذلك جليا إذا لاحظنا أن البزرة تمتص أو كسجين الهواء ويحل محله فى الهواء المحيط بالبزور غاز ثانى أو أكسيد الكربون إذ أن هذا هو ما يحدث فى تنفس الحيوان الحى .

تج ٧ : يتولد ثانى أو أكسيد الكربون عند ما تنبت بزور الفول . ضع عشرين بذرة فول منقوعة فى زجاجة واسعة الفم ثم سد عليها بعد أن ترى أن عود الثقاب يحترق كالعادة فى هذه الزجاجة وأترك هذه البزور فى مكان دافئ مدة أربع وعشرين ساعة ثم انظر فيما إذا كان عود الثقاب يحترق فى الزجاجة عندئذ أم لا .

غاز ثانى أو أكسيد الكربون يمكن تفرغه فى كأس بها ماء الجير ، فإذا كان الغاز موجودا دل على ذلك صيرورة ماء الجير لبني اللون عند رجه وهذا ناشئ عن رسوب كربونات الجير .

ولا يمكننا البحث الآن فى الفائدة التى تعود على النباتات من الماء والحرارة والهواء ولكن لا بأس من القول هنا أنه قلما يتخلص الجنين من صلابة غلاف البزرة وجودها بدون الماء لأن الماء يلين الغلاف ويسهل على الجذير والريشة تمزيقه عند تمددهما .

ويتوقف نمو الجذير المستطيل والفرخ (Shoot) وتكوينهما على الفلقتين الغليظتين فى العهود الأولى من حياة نبات الفول أى من ابتداء الإنبات الى

الوقت الذى تصير فيه الأوراق الخضراء منبسطة . ففى أول الأمر تكون الفلقتان غليظتين شحمتين فاذا أخذ الجذير والريشة فى النمو أخذت الفلقتان فى اللين والدقة ثم يؤول أمرهما الى التكش الشديد . أما الفلقتان فورقتان محشوق باطنهما بالزاد (Food) الذى يتغذى به باقى الجنين النامى وتستعمل كمية كبيرة من الماء الذى امتصته البزرة لإذابة المادة الغذائية ولحل هذه المادة الى شتى أجزاء جذر النبات الصغير وفرخه حيث يجرى النمو .

تج ٨ : أثبت بعض بزور من الفول على خرقة رطبة كما فى التجربة الثالثة ثم بين أن الفلقتين ضروريان لنمو جذر الجنين وفرخه وذلك بقطعهما عنهما بمجرد انطلاق هذين الجزئين من غلاف البزرة . اقطع فلة واحدة ثم فلتين فى أدوار مختلفة من النمو ثم انظر هل يستطيع المحور (الجذر والفرخ) أن ينمو دونهما ؟ ودع النمو سائرا فى طريقه زينا ما يظهر لك التأثير واضحا جليا .

٧ - ليست التغيرات التى تشاهد فى جنين بزرة الفول المنبتة هى وحدها التى تدل على أن بزرة الفول يكبان أو جسم حتى ، وأنها كالحيوان يتوقف على إمداده بمقدار كاف من الماء والهواء لظهار حياته بل أن أجزاء نبات الفول الصغير بعد خروجه من البزرة تدل على أن بها الخواص اللازمة للحياة .

وحينما توضع البزرة فى الأرض نجد أن الجذير عند خروجه منها يتجه مباشرة الى أسفل ثم يستمر فى نموه فى هذا الاتجاه . وكذلك الحال دائما مهما اختلف وضع البزرة فانك اذا أخذت البزرة بعد انباتها وزرعتها بحيث يكون الجذر الابتدائى متجها نحو سطح الأرض وجدت أن سن (Tip) الجذر يأخذ فى الانحناء ثانية الى أسفل ثم يستمر فى هذا الاتجاه حتى يعاق سيره مرة أخرى .

أما الريشة فتسير على تقيض سير الجذر إذ هى بعد خروجها من غلاف البزرة تنمو قمتها المنحنية متجهة الى أعلى ومبتعدة عن الجذر وإذا قلبت البزرة

وزرعت ثانية فان الريشة تأخذ فى الانحناء بحيث تنبج قمتها الى أعلى نحو سطح الأرض . أما كون هذه الخواص ترتبط بالحياة على صورة ما فواضح لأن الأجنة الميتة لا تفسر هذه السيرة .

تج ٩ : ازرع بزور فول منقوعة فى أص من أصص الأزهار (قصرية) أو فى صندوق مملوء من تربة البساتين المعتادة وضع هذه البزور على أوضاع مختلفة فى الأص (القصرية) أو الصندوق بحيث يكون بعضها موضوعا على الجانب المستوى ، وبعضها بحيث تكون السرة متجهة الى أعلى ، والبعض الآخر والسرة متجهة الى أسفل . اتركها تنمو فى مكان دافئ ثم استخرجها بمجرد ظهور علامات الانبات ثم لاحظ الاتجاه الذى أخذه كل من الجذر والفرخ .

ويمكن اختبار ما فى الجذر من الميل الخاص الى الضرب الى أسفل دائما وما فى الساق من الميل الى أعلى بأن يزرع الفول أولا فى تربة من أرض البساتين ثم قلب بزوره بعد ذلك . ولا بد لاجتناب الخطأ من انتزاع جميع النباتات الصغيرة من التربة ثم وضعها ثانية فى الأرض على أوضاع مختلفة بحيث يكون بعضها كما كان وقليل منها معكوس الجذور والسوق وبعضها موضوعا مضعا أفقيا . ولا بأس باختبارها مرة أخرى فى آخر الأسبوع .

وهناك طريقة أخرى للإبانة عن تلك الخاصة ذاتها يمكن إجراؤها كما يأتى :

استنبت بزورا منقوعة فى خرقة رطبة كما فى التجربة الثالثة وعندما يصل امتداد الجذور الى ما يقرب من سنتيمتر وربع خذ بزرتين وعلقهما بخيط جنباً لجنب فى زجاجة بحيث يكون جذراهما الى أسفل وساقاهما الى أعلى . ويجب أن يكون الزجاجة قليل من الماء حتى يبق الهواء رطبا . وإذا بلغ طول الجذور خمسة سنتيمترات تقريبا فاعكس وضع بزره من البزور بحيث تكون سنان جذورها الى أعلى وساقها الى أسفل . ثم لاحظ أن قمة جذور البزرة المعكوسة تبتدى فيها يقارب اثنتى عشرة ساعة فى أن تنبج الى أسفل فى حين أن الريشة تثنى ببطء أكثر حتى تأخذ الوضع الذى كانت فيه قبل أن تعكس . ولا بد من وضع الزجاجة فى صندوق مظلم أو فى خزانة مظلمة لاتقاء تأثير الضوء فى النبات كما ينبغى نفخ الهواء النقي فى الزجاجة مرتين فى اليوم .

٨ - ان كانت البزور تختلف بعضها عن بعض اختلافا غير محدود من حيث حجمها وشكلها فانها شبيهة ببزرة الفول من حيث ان جميعها يشتمل على نبات صغير مجتمع داخل الغلاف البزورية وتتفق جميع البزور فى هذه

الصفة الجوهرية لإقليم منها ، ولهذا كانت البزور ذات فائدة في زراعة المغلات أو النباتات .

أما وضع الجنين في البزرة وحجمه النسبي ومنظر أجزائه المختلفة ، فإنه يختلف في البزور اختلافا عظيما وفضلا عن هذا فإن نمو النبات في خلال الانبات وبعده ليس واحدا في جميع الأحوال . ولا بد والحالة هذه من ملاحظة بعض الشائع والأهم من وجوه التخالف .

الخردل — تشتمل بزرة الخردل على جنين شبيه بجنين بزرة الفول مكوّن من جذير وريشة وفلقتين . وهاتان الفلقتان المتضامتان أرقّ جسما بالنسبة لحجم بذرة الفول وبهما فجوة أو فريضة (Notch) عميقة كما يشاهد في شكل (هـ) أما الجذير فمجنّج ورافد في ثنية الفلقتين اللتين توجد فيهما الريشة صغيرة حتى لا تكاد ترى .

وعند الانبات تجد أن الفلقتين تخرجان من الغلف نرجا تاما وتدفعان الى سطح الأرض (بدلا من بقائهما داخل غلاف البزرة واستقرارهما تحت الأرض كما هو حال بزرة الفول العريضة) ثم يكبر حجمهما في الوقت نفسه ويصيران خضراوين كالأوراق المعتادة . وهما أول الأوراق الناعمة من بادرة نبات الخردل .

وبعد وقت قصير تخرج الريشة من بين الفلقتين وتكوّن ساقا توجد عليها الأوراق الخشنة المعتادة مجزأة وقد انبسطت قبل ذلك شيئا فشيئا .

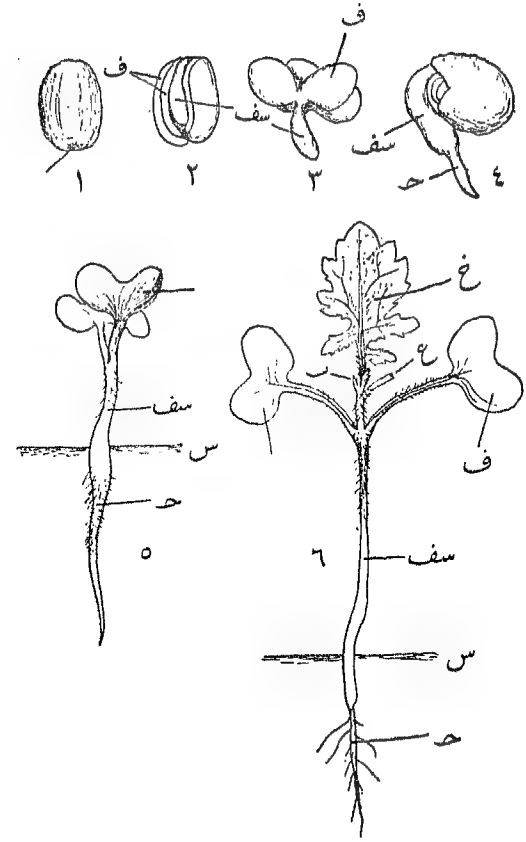
تج ١٠ : انقع بعض بزور من الخردل ثم اخص بناءها ولاحظ على الأخص كيف يجتمع الجنين في داخل كل منها . دع بعضها ينبت وبنمو مدة أسبوع أو أكثر على خرقة رطبة ثم اخصها في مختلف أدوار نموها مع ملاحظة الفلقات المفترضة المحزوزة وما معها من ريشة صغيرة وسويق جنينية سفلى بيّنة وما بين هذه السويق والجذر من الافتراق التام .

٩ — تسمى الفلقات التي تبقى تحت سطح الأرض "بالفلقات الأرضية" (Hypogean) أما الفلقات التي تخرج فوقه فتسمى "الهوائية" (Epigeal) والذي يعين موضع هذه الفلقات هو المقدار النسبي من نمو السويق الجنينية السفلى والسويق الجنينية العليا. فإذا نمت السويق الجنينية السفلى بقوة في خلال الانبات أو بعده فإن الفلقتين تندفعان فوق سطح الأرض فأما إذا نمت السويق الجنينية العليا وحدها فترتفع الريشة فوق سطح الأرض وتبقى الفلقتان تحت سطحها في الموضع الذي وضعت فيه البزرة. وهذا والسويق الجنينية السفلى من بزررة الفول العريضة قصيرة جدًا كما أن النقطة التي تنتهي إليها تلك السويق ويبتدئ عندها الجذر غير معينة تمام التعيين. أما في بادرة الخردل فيجد أن النقطة التي تفرق بين الجذر والساق مستفخة قليلا ويسهل تمييزها (شكل ٥).

١٠ — جميع النباتات التي تكون أجنحتها بكنين بزررة الفول والخردل تشتمل على فلقتين، وهذه تعرف "بذوات الفلقتين" (Dicotyledons) ومنها تتألف رتبة كبيرة بيئة من النباتات الزهرية أو البرية.

١١ — إن ما ذكر من البزور لا يشتمل داخل غلفها البزرية على شيء غير النبات الجنيني الذي يتوقف نمو جذره وفرخه على المواد المخزونة في بعض أجزاء جسمه، ولا سيما في الفلقتين. ويصدق هذا حتى في البزور التي تكون كبزور الخردل أي التي تكون فلقتا الجنين فيها رقيقتين. وهناك عددا من النباتات كالخروج والبسجر والبطاطس له بزور بها مستودعات من الزاد داخل الغلاف البزري ولكنها خلقت من الجنين وفلقته وإن كانت تابعة لذوات الفلقتين.

ويعرف ذلك الغذاء المختزن المنفصل مهما كان تركيبه الكيميائي "بالأندوسپرم" (Endosperm) وتسمى البزور التي تخزن هذا الغذاء "بالبزور الأندوسپرمية" (Endospermous) أما البزور التي كالقول والبازلاء والحبوب والخردل واللفت



(شكل ٥)

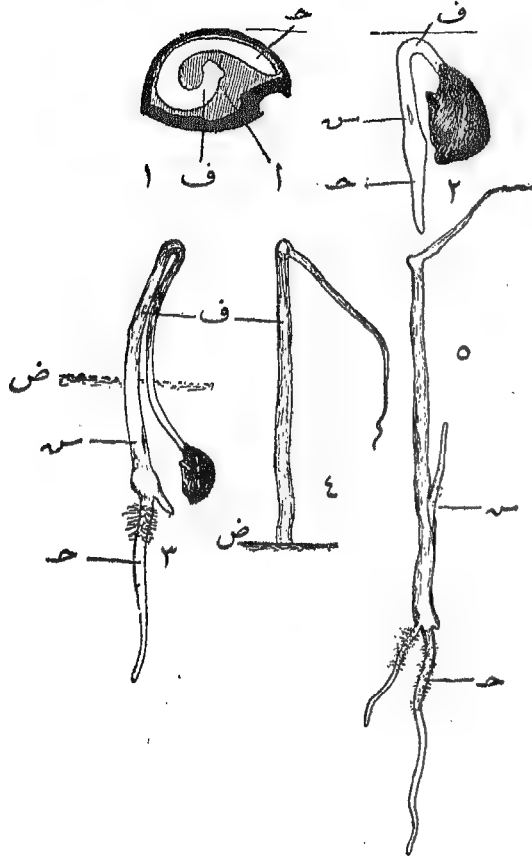
(١) بذرة الخردل الأبيض. (٢) جنين مطوى كما يرى بعد إزالة الغلاف البزري (٣) الجنين غير مطوى. (٤) البزرة في حالة الانبات. (٥) بادرة حديثة. (٦) بادرة عمرها أسبوع
ف = الفلقتان أو الورقتان الناعمتان ؛ سف = السويق الجنينية السفلى ؛ ح =
الجذير والجذر الابتدائي ؛ خ = الأوراق الخوصية الأولى (الأوراق الخشنة) ؛ ع = عتق
ورقة أخرى مثل خ بعد إزالة النصل ؛ س = البرعم الطرفي أو الانتهاء ؛ س = سطح الأرض

وهى التى ليس بها غذاء منفصل مختزن فتعرف "بالبزور عديمة الأندوسپرم" (Exendospermous) .

١٢ — ومن البزور الاندوسپرية الشائعة ما يشتمل على أجنة ليست من ذوات الفلقتين وهذه يختلف بناؤها من وجوه عدة عن بناء البزور التى سبق ذكرها ومن خير الأمثلة على ذلك البصل .

البصل — بذرة البصل سوداء بيضية الشكل تقريبا أحد جانبيها محدب والآخر يكاد يكون مستوى وكل واحدة منها تشتمل على اندوسپرم وجنين معقوص فى الداخل كما يرى فى رقم ١ . شكل (٦) وعند ما يتبدئ الانبات نجد أن الجزء المنحنى (ف) المنغرس فى وسط الاندوسپرم ينمو ثم يدفع الطرف (ح) من الجنين خارج البذرة . ومن هذا الطرف الظاهر الذى هو الجذير يخرج وينوجذر أولى نخيل مستقيم يرى امتداده عند تقطى ٣ ٦ ٥ من شكل (٦) .

ينمو جزء البادرة الصغيرة الذى يمتد من الجذر الى داخل البذرة فى أول الأمر بسرعة شديدة وينحن انحناء ظاهرا (رقم ٢ ، شكل ٦) ثم يظهر فوق الأرض على شكل عروة مقفلة كما فى (ف) ولكن بعد ازدياد النمو يشاهد أن الطرف الذى بداخل البذرة يخرج من التربة ثم ينمو قائما فى الهواء . وتتغير القمة التى بداخل البذرة وتمتص الاندوسپرم ثم تظل كذلك عادة حتى تنتقل جميع المادة الغذائية منها الى شتى مراكز النمو فى النبات الصغير وبعد نفاد الزاد المختزن تذبل القمة وتتفصل عن الغلاف البزرى . أما فى الأراضى المفككة الخوارة فإن الغلاف يخرج فوق سطح الأرض قبل أن ينفذ الاندوسپرم ثم يبقى فوق طرف القمة مدة قليلة وإذا كانت التربة أكثر رطوبة وأشد صلابة فى طبيعتها بقى الغلاف البزرى تحت الأرض بته .



(شكل ٦)

(١) قطاع من بذرة بصل . (٢) انبات البذرة . (٣) بادرة حديثة . (٤ و ٥) مثل (٣) إلا أنهما أكبر بآيام قليلة . يرى فى (٣) وفى (٥) جذر ثانوى .
ح = الجذير والجذر الابتدائى ؛ ف = فلقة ؛ ش = شق فى الفلقة تخرج منه أول ورقة
خاصية للبادرة ؛ ا = اندوسپرم البذرة ؛ ض = أرض

أما جزء الجنين المنحنى الذى يظهر فوق الأرض فهو ورقة وهذه الورقة هى فلقة الجنين . وهى فى حقيقتها ورقة رقيقة مجوّفة مثل أوراق نبات البصل التام النمو تكون الريشة فى باطنها وهذه الريشة تتكوّن من سلسلة أوراق مجوّفة مخروطية الشكل داخلة بعضها فى باطن بعض . وعند نقطة اتصال الجذر بالفلقة تماما توجد قطعة غليظة تدل على المكان الذى به الريشة وفوق هذا بمسافة قصيرة يوجد شق ضيق جدّا (ش) يخرج منه أول ورقة خضراء للريشة (ش ٦ ٥ ٥ شكل ٦) . وبعد خروج الورقة الأولى تتلوها الأوراق الأخرى بسرعة وتظهر الأوراق الصغيرة بترتيب منتظم مخترقة شقوقا صغيرة فى جوانب الأوراق التى سبقتها مباشرة فى الظهور .

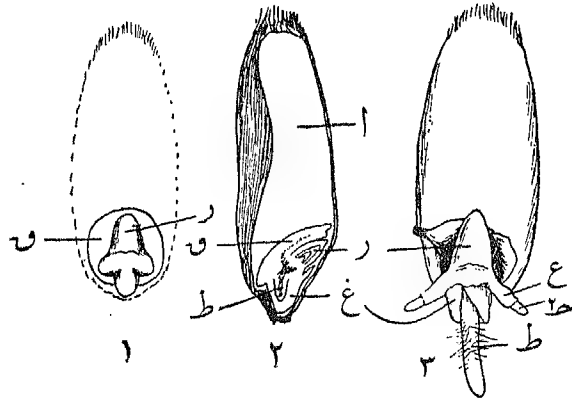
تج ١١ : لنقع فى الماء بزورا حديثة من بزور البصل بضع ساعات ثم اقطع بعضها بموسى قطعاً موازياً لجوانبها المستوية لى تظهر الجنين الذى بداخلها (كما فى رقم ١ شكل ٦) .

استنبت بزورا أخرى على ورقة نشاف رطبة ودعها تنبت واركها بادرتهما وقيد عن هذه البزور ملاحظات فى أحوال النمو المختلفة . راقب انبات البزور المزروعة فى صناديق أو اصص بها شئ من تربة البساتين المعتادة .

١٣ — تعرف النباتات التى يشمل جنينها على فلقة واحدة "بذوات الفلقة المفردة" (Monocotyledons) وهذه تكوّن الرتبة الثانية الكبرى من النباتات البزورية وقليل من المتداول بيننا من نباتات هذه الرتبة ماله بزور حقيقية من الكبر بحيث يمكن فحصها ولكن ربما كان البصل من أحسن الأمثلة الشائعة الحدوث التى يمكن عدها مثالا حقيقيا لذوات الفلقة المفردة كما أنه من السهل الحصول عليه . وجميع النجيليات (Grasses) تابعة لهذه الرتبة ولكن بزورها وأجنحتها تختلف من وجوه عدّة عن بزور البصل وأجنحتها اختلافا كبيرا ولذلك يحسن بنا أن نفحص واحدة منها بالتفصيل .

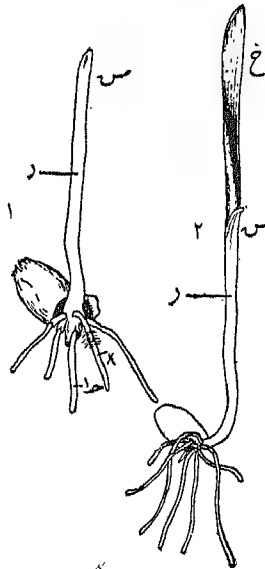
الحنطة — حبة القمح الذى يمكن اتخاذها مثالا ليست بذرة وانما هي صنف من الحوزة (Nut) بها بذرة مفردة فى باطنها وتتم هذه البذرة حتى تملأ الحوزة تماما وتصبح متصلة بجدارها الداخلى . ولا يشغل الجنين إلا جزءا صغيرا من الحبة أما الباقي فيشغله اندوسپرم البذرة النشوى (رقم ٢ . شكل ٧) . وتسهل رؤية الجنين عند قاعدة الحبة المتنوعة على الجانب المقابل للقناة وعند ما يستأصل يكون منظره كما فى رقم ١ . شكل (٧) . أما جزؤه الذى بالقرب من الاندوسپرم فهو مستوى وشحم نوعا وشكله كشكل الترس ويسمى "القصة" (Scutellum) ويتصل بالجزء الامامى من القصة (ق) شئ هو الريشة وهى تشتمل على برعم مكون من ساق قصيرة جدا تعلوها أوراق غمدية الشكل يضوى بعضها بعضا ويشتمل الجنين عادة على ثلاثة جذور ويشاهد الجذر المتوسط منها عند ط رقم ١ . شكل (٧) وهو الجذر الابتدائى . يحيط بها جميعها غلاف أو غمد متصل بالقصة ولذلك لا ترى تلك الجذور من الخارج ومع ذلك فوضعها معلوم بثلاثة نتوءات بارزة ويعرف الغمد (Sheath) المحيط بالجذور بغمد الجذير (Coleorhiza) وعند ما يبتدىئ النبات يتدد غمد الجذير ويمزق أغلفة الحبة وفى نفس ذلك الوقت تقريبا تخرج الجذور مخترقة غمدها . وإذا زرعت حبة الحنطة فى الأرض بقيت فى الموضع الذى تزرع فيه إلا أن الريشة تنمو ضاربة الى أعلى وتظهر فوق الأرض على ورقة مفردة أنبوبية الشكل باهتة اللون ومن شق فى قمة هذه الورقة يبدو على عجل أول "نصل" (Blade) أخضر مستوى (شكل ٨) ثم تتبعه أوراق خضراء منفردة متوالية الظهور وتتم الأوراق الصغرى من داخل الأوراق الكبرى بترتيب منتظم .

نيج ١٢ : اتقع بعض حبوب من حبوب الحنطة فى الماء حتى تنتفخ ثم لاحظ النقط الآتية :
القناة (Farrow) الممتدة على ظهر الحبة — القمة الزعوية والجانب المقابل للقناة . أبقها رطبة مدة يوم واحد . أما الجنين وهو يشاهد بسهولة من خلال الغلاف نصف الشفاف فإنه يمكن استنصاله بأن



(شكل ٧)

(١) رسم لحبة القمح يرى موضع الجنين وشكله . (٢) قطاع طولى فى حبة القمح (٣) حبة قمح فى حالة انبات .
ق = قصعة ؛ ر = ريشة الجنين ؛ ح = الجذر الابتدائى ؛ ط = الجذر الثانوى ؛ غ =
الغلاف الجذرى ؛ ا = أندوسپرم .



(شكل ٨)

(١) بادرة نبات قمح .
(٢) بادرة عمرها بضعة أيام .
ر = أول ورقة غمدية من الريشة
ش = شق عند طرف ر تخرج
منه نخ = أول ورقة خضراء .

يشق حول فلقته المستديرة بارة . الخوص بناءه ثم قارنه بشكل (٦٠) . أقطع الحبة بسكين حادة أو بمومي من خلاف أى من الخلف الى الامام بحيث تقسم الحبة قسمين طويلين ثم لاحظ الاندوسپرم النشوى ولذلك شكل الجنين المنقسم وأجزاءه . ضع صحيفة معاوية من ورق النشاف الرطب على لوح مستوى ثم ضع بعض حبوب من الحنطة المنقوعة عليه وغطاه بكوبه تجدد أن الحبوب تنبت ثم لاحظ تقدمها في النمو الى الوقت الذى تظهر فيه أول ورقة خضراء وخذ الجنين واختبره في أدوار نموه المختلفة .

اختلفت الآراء في أى جزء من أجزاء الجنين يمكن اعتباره الفلقة فقال بعض النقاد ان القصعة هي الفلقة وقال بعضهم انها هي أول أوراق غمدية تظهر فوق الأرض ولا يكون لها نصل أخضر (ر . شكل ٨) . وقال آخرون ان أول ورقة غمدية انما هي استطالة للقصعة فمجموعها حينئذ هو الفلقة ولكن مهما يكن من الأمر فليس للحنطة إلا فلقة واحدة وعلى ذلك فهي تابعة للنباتات ذات الفلقة المفردة .

١٤ — وفي خلال نمو الجنين من حبة الحنطة يلاحظ أن الاندوسپرم يصير ألين قواما وأنقص مقدار اكتمت الجذور والريشة وتمددت والاندوسپرم هذا هو الغذاء الذى يتوقف عليه حياة النبات الصغير في خلال أدوار حياته الأولى . أما القصعة فهي كيان وظيفته تغيير هذا الغذاء المختزن وامتصاصه ونقله الى الأجزاء الآخذة في النمو .

تج ١٣ : لاحظ لين الاندوسپرم في حبوب حنطة منبته وكذلك نقص هذه المادة بعد نمو البادرات . استأصل الأجنة من حبوب منقوعة نقعا جيدا ثم ضمه بالاندوسپرم على ورقة نشاف رطبة . واترك بعض حبوب سليمة من الحبوب المعتادة لتتو ومعا تجدد أن كلا من الأجنة التي في الحبوب والأجنة المنزرعة منها ينمو غير أن هناك فرقا عظيما في النتيجة التي تشاهد بعد بضعة أيام .

١٥ - إن مخزون الغذاء الذى يتوقف عليه الانبات كاف لتمكين النبات من تكوين جذور وساق وبضع أوراق كما يشاهد عند مائة ك البزور لتثبت على نحرقة رطبة أو على قطعة مثلها من ورق النشاف الذى لا يمكن أن تمتص الحبوب منه شيأ سوى الماء . هذا النمو الأول لا يحتاج الى مواد غذائية ولا الى الأسمدة بل تثبت البزور وتنبو البادرات مدة طويلة فى الأراضى الضعيفة أو الرملية كما تنمو فى الأرض الجيدة الخصبة ويجرد نفاذ الغذاء المختزن تظهر عليها علامت الجوع . فاذا لم تزود النباتات بالمواد الغذائية التى توافقها من التربة والهواء وتوضع أيضا فى ظروف مناسبة لنموها كانت عرضة للضعف والمرض .

ومن البزور الكبيرة كالفول والبازلاء حيث يوجد مقدار كبير من المادة الغذائية المختزنة ، تبندى بادراته فى تكوين الغذاء لنفسها من المواد الممتصة من التربة والهواء وذلك قبل نفاذ الغذاء المختزن بمدة طويلة . أما فى البزور الصغيرة فإن الغذاء المختزن يستهلك تقريبا قبل نمو السوق والأوراق نموا كافيا لقيامها بعملها قيا ما تاما . وفى هذه الحالات يكون نموها عرضة لما يحدث من موت تلك البزور جوعا أو لما يقف أو يعوق ذلك النمو ولا سيما اذا زرعت البزور على عمق بعيد جدا لأن الأمر يحتاج والحالة هذه الى مقدار من الغذاء يستخدم لتكوين ساق طويلة تكفى لرفع الأوراق والصعود بها فى الهواء .

الفصل الثالث

الجذر

١ — لوحظ في البادرات التي سبق ذكرها في الفصل الثاني أن كلا منها مكون من أجزاء متميزة بعضها عن بعض هي الجذر والساق والأوراق . وأن هذه الأجزاء توجد عادة في جميع النباتات الزهرية الشائعة . بقى علينا أن نفحص كلا منها على حدته فخصا مفصلا .

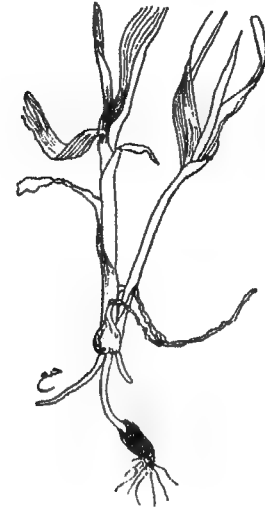
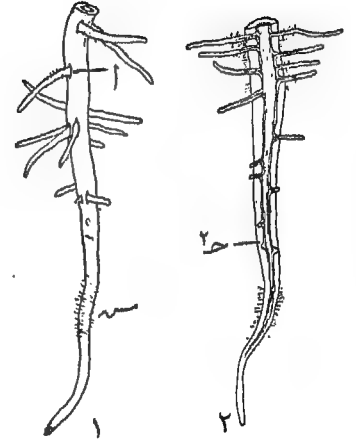
٢ — الجذور الابتدائية والثانوية — قد لوحظ عند البحث في بادرة الفول أن طرفيها ينموان دائما في اتجاهين متضادين ؛ يمكن اعتبار البادرة محورا ممتدا يحمل أحد طرفيه الأوراق ويظهر فوق الأرض دائما أما الطرف الآخر فلا يحمل أوراقا مطلقا ويضرب في الأرض عموديا دائما ويعرف الجزء الضارب الى أسفل "بالجذر" ولكن لا تسير كل الجذور بهذه الكيفية كما سيبين لك كما أن كثيرا من أجزاء النبات الأرضية ليست بجذور. أما ما شذ عن ذلك فسيذكر في الفصول الآتية .

أما الجذر الابتدائي الذي يشتمل عليه نبات الفول فهو محض استطالة لحذير الجنين الذي يوجد في البزرة نفسها ، وبمجرد خروجه من البزرة يتجه الى أسفل ثم يستطيل بما يحدث فيه من النمو بالقرب من طرفه .

تج ١٤ : استنتبت بزره فول عريضة على خرقة رطبة ، وإذا قرب طول الجذر الابتدائي من سنتيمترين فضع عليه قطعا صغيرة بعد كل واحدة عن الأخرى مليمتروا بسطة قلم أو فرشاة دقيقة تغمس في مداد هندي ثم لف البزرة في قطعة قطن مندوف رطب واترك الجذر المعلم حرا في سيره ثم ضعها في قاع قمع من الزجاج ذي أنبوبة ضيقة بحيث يبرز الجذر المعلم الى أسفل القمع ، ثم غط القمع بقطعة من الزجاج أو من الورق المقوى حتى يمنع التبخر ثم استخرجها بعد تركها لتنمو في مكان مظلم يومين أو ثلاثة ولاحظ موضع النقط على الجذر المستطيل ثم قس المسافات التي بين هذه النقط وتبين أي جزء من الجذر نموا أكثر من سواه .

(شكل ٩)

(١) جذر الفولة الابتدائي ، يرى الجذور الثانوية الجانبية ؛ ش = شعور جذرية .
(٢) قطاع طولى لجذر ابتدائي ، يرى الأصل الارضى للجذور الجانبية .



(شكل ١٠)

نبات شعير صغير يبين الجذور العرضية (جمع) خارجة من أول عقدة أو كعب من الساق .

ويمكن رؤيتها بسهولة في بادرة من الفول (رقم ١ . شكل ١٩) وإذا انخفضت قطعة طويلة من الجذركما في (٢) تبين لك أن الجذور الجانبية الثانوية مرتبطة بلية المركزى الذى هو أشد صلابة من سواه .

أما الثلاثة السفلى فهي وإن كانت قد أخذت في النمو فإنها لا تكون قد اخترقت طبقة الجذر الخارجية وعلى ذلك لا يمكن رؤيتها على ظاهر هذه الطبقة .

وهذه الصورة الاشتقاقية هي على وجه الاجمال من خصائص الجذور الجانبية حيثما وجدت .

تج ١٥ : ضع بعضا من بزور الفول العريضة على خرقة مبللة ودعها تبنت وتنمو كما في التجربة الثالثة وإقاب نشوء الجذور الثانوية ولاحظ موضعها وصفوها الطويلة على الجذر الابتدائى . اقتطع شريحة من الجذر عليها جذور ثانوية وانظر أصلها الجوفى . اقتلع من الأرض بخرقة فامية نصف نمو ثم لفنة وجزرة ثم اغسل الطين عنها ولاحظ ترتيب الجذور الثانوية على الجذر الابتدائى . شق جزرة بسكين شقا مستطيلا عميقا من قشرتها الى مركزها ثم اسلخ القشرة والحصى المركز الذى تنشأ منه الجذور الثانوية وانظر كم صف هناك منها ؟

٤ - ان كثيرا من ذوات الفلقتين له جذور مشابهة لجذور نبات الفول . فاذا استمر الجذر الابتدائى في النمو كما في هذه الحالة مع بقاءه أكبر من الجذور الجانبية فإنه يسمى "بالجذر الوددى" (Tap root) وأحسن الأمثلة على ذلك في النباتات المزروعة جذر الجزر والبنجر والجرول والبرسيم والخشخاش وغيرها من أعشاب عدة وكذلك جذر معظم الأشجار ذات الأوراق العريضة .

ومن النباتات عديدة له جذور منتفخة شحمة فيها تخزن المواد الغذائية لاستعمالها في المستقبل وتسمى هذه "بالجذور الدرنية" (Tuberous) وهذه غير الدرنات إذ الدرنات هي سوق أرضية شحمة .

وبعد أن يطول خمسة سنتيمترات أو سبعة تجد أنه قد نشأت عليه فروع تشبه الجذر الابتدائى نفسه ، غير أنها تكون أدق منه (شكل ٩) وهذه تنمو متباعدة عن الجذر الابتدائى بحيث تعمل معه زوايا قائمة بدلا من أن تكون عمودية الى أسفل مثله وتمتد هذه الفروع الجانبية (Lateral Branches) على تلك الطريقة وذلك بنموها عند أطرافها وتسمى "بالجذور الثانوية" (Secondary Roots) ثم تكون هذه جذورا ثالثة (Tertiary Roots) تخرج منحرفة عن الجذور الثانوية وقد يستمر ذلك التفرع بهذه الطريقة حتى تتألف مجموعة عظيمة جدا من الجذور تسمى "المجموع الجذرى للنبات" (Root System).

وإذا دققنا فحص جذر بادرة تامة النمو من بوادر الفول نرى الجذور الثانوية مرتبة في خمسة صفوف على امتداد الجذر الابتدائى وليست عديمة النظام كما يرى ذلك لأول وهلة ومع هذا فبعد بعضها عن بعض في الصفوف ليس متساويا . وأهل ما يظهر منها يكون قريبا من الفلقتين ثم يتبعها غيرها على التعاقب وهذه تنمو عند نقط أقرب الى القمة من غيرها ومن ثم كان أصغرها سنا أقربها الى قمة الجذر الابتدائى وأكبرها دائما أبعدا وعلى ذلك يمكن تعيين العمر النسبى للجذور الجانبية المختلفة بفحص موضعها من الجذر الابتدائى ويعرف هذا النوع من التعاقب الذى يكون فيه أصغر الأجزاء أقربها الى قمة المحور الذى ينمو عليه ويكون أكبرها أبعدا منه ، بالتعاقب القمى (Acropetal Succession) .

٣ - ومن النقط التى تجب ملاحظتها أن الجذور الجانبية لا تنشأ من سطح الجذر الابتدائى بل تأتي من داخله وتعرف "بالجوفية الأصل" (Endogenous) أما الشقوق التى تحدثها هذه الجذور في جسم الجذر الابتدائى وتخرج منها

ولتمييز الأشكال المختلفة من الجذور الغليظة استعملت نعوت شتى خاصة بكل منها فالجذر النموذجى من الجذر هو مخروطى الشكل (Conical) وجذر اللفت يسمى "الجذر اللفى الشكل" (Napiform) ويقال لجذر الفجل "مغزلى الشكل" (Fusiform) وفى بعض الأحوال تجارى القروع فى الحجم الجذر الابتدائى الذى نشأت منه بل ربما توقف هذا الجذر عن النمو . وإذا اقتلعت النباتات التى جذورها من هذا القبيل تكون كرزمة من الجذور الناملة أظهر ما فيها أنها واحدة فى القطر والطول تقريبا ويعبر عن هذه الجذور "بالجذور الليفية" (Fibrous) وأحسن مثال لها جذور النجيليات .

٥ — الجذور العرضية — تختلف جذور ذوات الفلقة المفردة من النباتات فى تكوينها عن ذوات الفلقتين وذلك أن الجذر المفرد الابتدائى من البصل مثلا لا يمتد إلا زهنا قصيرا ثم يتبعه آخر من الجذور التى لا تنشأ من الجذر الابتدائى بل تنشأ من ساق النبات الشديدة القصر وتسمى الجذور التى تخرج من السوق والأوراق أو من الأجزاء المختلفة من جذور النباتات دون أن يكون تعاقبها قويا "بالجذور العرضية" (Adventitious Roots) وهى شائعة فى ذوات الفلقة المفردة من نباتات الحقول والبساتين ويمكن اعتبارها أهم الجذور التى تشتمل عليها تلك النباتات . ففى الحنطة مثلا يشتمل جنين الحبة على ثلاثة جذور . أما فى الشعير فيشتمل على خمسة أو ستة على أن هذه مؤقتة فاندثرت مقصورة على أدوار النمو الأولى وإذا ما أظهر نبات الحنطة أو الشعير بعض أوراق فوق الأرض تجدد أن جذور الجنين الابتدائى قد خلفتها جذور عرضية تثبت من عقد الساق السفلى بالقرب من سطح الأرض (شكل ١٠) والجذور العرضية ان كانت غير مقصورة على ذوات الفلقة المفردة من النباتات وإن كانت شائعة فيها فإن هناك فى كثير من أنواع النباتات ذوات الفلقتين

أمثلة عديدة ومن أحسنها مانجده على (Underground stem) السوق الأرضية من النعنع والبطاطس وكذلك على مداد (Runner) الشليك وعلى سوق كثيره غيره من النباتات وتبدو هذه الجذور فى العادة عند العقد التى تنمو منها الأوراق على الساق وربما نشأت فى بعض النباتات (فى مداد الشليك مثلا) عن عوامل داخلية لا دخل فيها للأثرات الخارجية ويتوقف نموها فى بعضها على ملائمة الساق للساق أو للتربة الرطبة . وقد يمكن جعل جميع أجزاء بعض النباتات قادرة على إنتاج تلك الجذور ومن النباتات كثير مثل الكرم والبلارجونيوم يتوقف توليده على عقل وقطع منها . وإذا وضعت قطع الساق التى تقطع من أسفل الورقة مباشرة فى أرض رطبة فإنها تنتج جذورا عرضية بسرعة بالقرب من الطرف المقطوع . ويستفاد من تكون هذه الجذور فى تكثير النباتات بواسطة الترقيد .

تح ١٦ : الحصى جذور مداد الشليك وكذلك جذور الفراخ الصغيرة للكدر جلكس والى تكون على السوق الأرضية من البطاطس والنعنع وعلى ما يكون قريب الأرض من سوق الحنطة والشعير والذرة . لاحظ موضع هذه الجذور وعددها وامتدادها والحصى جذورا تكون على أى عقل يمكن الحصول عليها ولاحظ أيضا ما إذا كانت هذه الجذور تنشأ على السطح المقطوع أو عند نقطة بعيدة عنه بمسافة تا .

والجذور العرضية تكون فى العادة رفيعة ليفية ولكن جذور البطاطا الحلوة جذور درنية .

٦ — وتختلف المجاميع الجذرية فى امتدادها اختلافا عظيما ولكن مجموع الطول فى جميع الأحوال أعظم بكثير مما يقدر فقد قيس فى العادة طول المجموع الجذرى فى نبات الحنطة الذى عمره سنة واحدة فوجد أن مجموع طول الجذور يبلغ ٥٠٠ الى ٦٠٠ متر . وقد اقتلعت الریح شجرة فظهر أن بها من الجذور

الغليظة ما يشابه أفرع التاج الغليظة وأنه من هذه تتفرع جذور أكثر منها عددا نسيجها أدق من نسيج تلك ومع هذا فإن العدد الأعظم مما تشتمل عليه الشجرة من الجذور يبقى فى الأرض بشكل جذيرات دقيقة جدا تمتد إلى الخارج بمقدار امتداد الفروع والأوراق على الشجرة أو أكثر من ذلك بقليل ولكن فى بعض الأحيان تمتد بمقدار أكثر من ذلك بكثير . وليست الجذور مقصورة على النمو أفقية قريبة من سطح التربة وإنما تمتد كذلك إلى أسفل وقد وجد فى أحوال فريدة أنه حيث يحصل من الهواء على مقدار كاف بواسطة الشقوق والفجوات تضرب الجذور فى الأرض أمتارا عدة ولكن أطول الأشجار فى الجملة فلما تضرب جذورها فى الأرض إلى عمق أكثر من مترين ونصف وأعلم أن قلة الهواء ووجود المواد الفاسدة المضرة فى الطبقات السفلى من الأرض يعوق تقدم النمو فى ذلك الاتجاه .

وفى كثير من النباتات نجد أن كل سنتيمتر مكعب من التربة التى تظاها هذه النباتات تشتمل على جذيرات دقيقة رقيقة وأن امتداد التفرع فى جذورها لا يمكن ادراكه إلا نادرا وذلك لأن جذيراتها الرقيقة تتقطع بسهولة حينما يقلع النبات أو تعبت به الأيدي وكثير من أشجار الغابات عادة طبيعية هى إرسال جذورها فى الأرض على مسافة أقدام عدة ومن أشجار الفاكهة التى من هذا القبيل والتى تحتاج إلى تربة عميقة لكي تنمو نموا حسنا شجرة المشمش وبعض الأشجار تحفظ مجموعها الجذرى بالقرب من سطح الأرض ثم تنتشر أفقية فيها كالتين .

أما السفرجل الذى يستعمل كأصل يطعم عليه الكثيرى فله جذور تبقى فى الطبقات العليا من الأرض وعادة وجود الجذور قريبة من سطح الأرض بيئة واضحة فى التفاح البلدى وهو الذى يطعم عليه التفاح الآخر .

ويضرب المجموع الجذرى من نبات الخنطة فى الأرض إلى عمق أكثر من المجموع الجذرى من الشعير وترسل جذور البنجر الطويلة جذيراتها الدقيقة فى طبقات الأرض إلى عمق أبعد من جذيرات الكرنب واللفت ويضرب البرسيم الجمازى جذوره فى الأرض إلى عمق أبعد من جذور البرسيم البلدى . هذا وجميع النباتات تقريبا عادات خاصة متميزة بعضها عن بعض من هذه الوجهة .

٧ - إن صفة نمو الجذور وامتدادها لا يتوقفان بنة على نوع النبات ولكنهما تتأثران تأثيرا كبيرا بالظروف الخارجية والعوامل المحيطة بها كتركيب نوع الأرض ومقدار ماها من الماء . وأعلم أن الأراضي العميقة المفككة والأراضي الرملية الرخوة يكون المجموع الجذرى فيها أكبر منه فى نبات مماثل له نام فى أرض صلبة ثقيلة . أما فى الأراضي التى ليست متشعبة بالماء فإن ازدياد الرطوبة فيها لدرجة ما يزيد تفرع الجذر . ومن أحسن الأمثلة على تأثير الماء تعززه كمية عظيمة من الهواء ما يرى فى النباتات التى يحسن تعيدها بزراعتها فى الأصص (القصرىات) وكذلك ما يشاهد فى النباتات المزروعة بالقرب من السواقي .

ويتنوع المجموع الجذرى تنوعا عظيما أيضا تبعا لمقدار الأسمدة أو المواد الغذائية الموجودة فى التربة ونوعها فإن نمو الجذر يزداد بزيادة المواد الغذائية لدرجة محدودة لأن الزيادة تعوق النمو . ويؤثر جدد الجذور فى نمو المجموع الجذرى فإذا قطع الجذر الأصلى لكرنب أو شجرة عند منطقة نموه امتنعت استطالته بعد ذلك غير أن الجذور الثانوية تعوض عما فقد بأن تنمو نموا شديدا ويغلب إذ ذاك ظهور جذور عرضية كثيرة بالقرب من الطرف المقطوع .

ولكى تزرع جميع النباتات زراعة حسنة يقتضى دراسة عادة التفرع فى جذورها وطريقتها ومعرفة النسب بين الجذر الأصلى والغليظ والجذور الثانوية

بيضاء اللون حريزية وهذه تسمى "بالشعيرات الجذرية". ولا توجد عند نهاية الجذر مطلقا بل تنشأ على مسافة ما خلف منطقة النمو . وكلما طال الجذر ماتت الشعيرات الجذرية التى فوق الأجزاء الكبيرة وانقلب سمراء اللون ونمت شعيرات أخرى فوق الأجزاء التى تليها فى السن وعلى ذلك فالجذر يكون جميعه مغطى بهذه الشعيرات الرقيقة الشفافة وراء طرفه بمسافة صغيرة مهما يكن من طوله وحجمه .

وإذا ظهرت الجذور الثانوية نشأت عليها الشعيرات الجذرية على الطريقة السابقة واتبعت فى نموها عين النظام الذى سارت عليه شعيرات الجذر الابتدائى ويتوقف حجم الشعيرات ووفرتها على نوع النبات وعلى مقدار الرطوبة المحيطة بالجذر . فالنباتات النامية فى الأماكن الشديدة الرطوبة أو المغمورة بالماء لا يكون بها من الشعيرات الجذرية إلا القليل وقد لا تكون فيها شعيرات جذرية مطلقا . ويعاق نمو هذه الشعيرات فى الأراضى الشديدة الجفاف وأكثر ما تكون هذه الشعيرات الجذرية فى الأراضى المعتدلة فى رطوبتها .

وقد وجد أن إمداد الأرض بكمية وافرة من الحجير يزيد عدد الشعيرات الجذرية وطولها فى كثير من النباتات . والشعيرات الجذرية ككائنات جوفاء البناء شبيهة بالأنايب وهى غير الجذريات الصغيرة الدقيقة بل هى استطلاعات من سطح الجذر (شكل ٦٢ ٦ ٦٨) ومهمتها امتصاص الماء من الأرض وما زاد فيه من المواد المختلفة . والشعيرات الجذرية فى النباتات النامية فى الأرض متصلة بجزئيات التربة اتصالا كليا وهى من رقة الجسم بحيث يكاد يكون من المحال انتزاع نبات من الأرض بدون اتلافها .

نجم ١٨ : استتبت بزورا من الفول والخردل وجبوب الشعير والخنطة فى خربة رطبة ثم افحص الشعيرات الجذرية النامية على الجذور الابتدائية ولاحظ دقتها ثم موضعها وطولها وكثرتها .

وبين الفروع الدقيقة التى تنشأ منها والتى تنتشر فى الأرض فى جميع الجهات .

هذا وجدير بالملاحظة معرفة النسبة بين المجموع الجذرى الذى تحت الأرض وبين الأغصان والأوراق التى فوقها .

أما ملائمة النباتات لشتى أنواع الأراضى ومسألة احتياجها للماء، والفلاحة التى تجب لها وتسميد النبات تسميدا مضبوطا فيعرف معرفة جيدة ، ويقدر تقديرا حقيقيا بالعناية فى دراسة هذه النقط . والزروع ذات الجذور الأصلية مثل البنجر الطويل والجذر تحتاج أن تخدم تربتها خدمة جيدة الى عمق عظيم من الأرض .

أما النباتات ذات الجذور التى تكون فى الطبقة السطحية من الأرض مثل الشعير فيمكن زرعها فى تربة أرق من تلك ويصدق هذا على الكثرى المطعمة على السفرجل والتفاح المطعم على النوع البلدى منه . ومثل هذه النباتات اذا سمى سطح تربتها بسماذ قابل للذوبان كانت أسرع من النباتات ذات المجموع الجذرى الضارب فى الأرض الى عمق بعيد فى استفادتها منه وفى تملكها الحياة .

نجم ١٧ : يجب على الطالب أن يحفر جذور بعض عينات من النباتات المحلية المهمة ويفحصها ولا سيما من وجهة شكلها العام وعليه أن يتأمل امتداد جذور الأعشاب الشائنة فى النيطان وفى المراعى .

إبدأ بفحص البوادر الصغيرة التى يسهل الحصول عليها سليمة كاملة وانظر هل يوجد لها جذر أصلى أم لا ؟ والغصم النفرع فى جذوره والعمق الذى تصل اليه فى الأرض ثم امتدادها الأفقى .

٨ — الشعيرات الجذرية — يشاهد فوق جذر بادرة الفول التى تنبت على خربة رطبة أو على قطعة من ورق النشاف حزام من الشعيرات الدقيقة

تعتبر هذه الشعيرات الجذرية من أهم الأعضاء التى تشتمل عليها النباتات وان كانت من الصغر بحيث لا تكاد ترى إذ أن جميع المواد الغذائية التى يحصل عليها النبات من الأرض وكذا الأسمدة فيها إنما تمتص بواسطة الشعيرات الجذرية وبها يتروّد النبات دائماً بما يحتاج اليه من الماء ، ولذلك يترتب على تلفها عند شتل النبات أو عند حدوث أى عارض يعوق نموه وعمله كشدة جفاف التربة أو سوء تهويتها نقص فى مقدار ما يستمدّه النبات من الماء يعقبه ذبول واضح .

الفصل الرابع

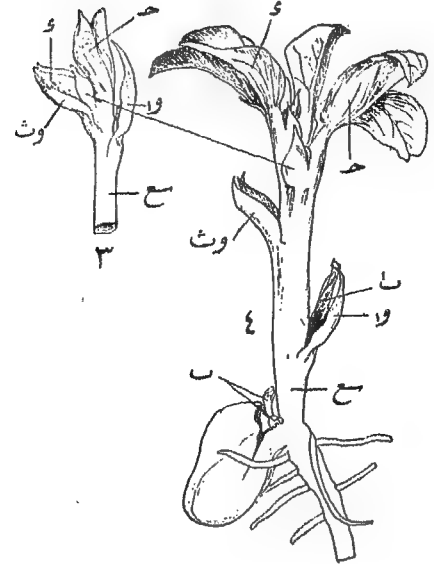
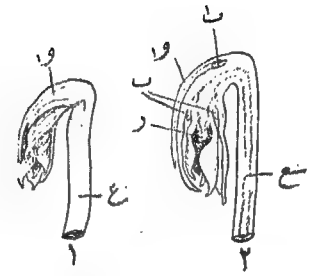
الفرخ الخضرى (Vegetative Shoot)

السوق والأوراق والبراعم

١ — قد لوحظ فيما سبق أن بادرة نبات الفول تشتمل على جزء ضارب فى الأرض هو الجذر وعلى جزء صاعد فوقها وهذا يعرف بالفرخ الأصيل وهو يشتمل على محور يسمى "الساق" وفوق تلك الساق متسق من زوائد (Appendages) جانبية تسمى "الأوراق". أما النقط التى فوق الساق والتى تتصل بها الأوراق فهى غليظة نوعاً وتسمى "العقد" (Nodes) ومسافات الساق التى بين كل عقدة وأخرى تسمى "السلاّميات" (Internodes) واعلم أن نشوء الأزهار لا يكون إلا فوق الفرخ كما أن من مميزات النباتات البزيرية أن يكون تولد البزور فوق الفراخ دون الجذور وسنضرب عن الكلام فى الأزهار فى هذا المبحث صفحاً ونوجه العناية الى الفرخ الخضرى أو الساق الحاملة أوراقها المعتادة الخضراء من حيث أصله وطبيعته .

٢ — يكون الفرخ الأصلي قصيرا جدا في الأدوار الأولى من نشوء نبات الفول وهو إذ ذاك يحمل الفلقتين أو الأوراق الابتدائية (Primary Leaves). أما طرف الفرخ الأصلي فينتهي في الريشة والريشة برعم لا يمكن رؤية أجزائه بالعين المجردة ولكنه لا يكاد يظهر فوق الأرض حتى نجد أن البرعم مكون من ساق قصيرة مستورة بعدد من الأوراق الملفوفة ومنظره الخارجى في هذا الدور مرسوم في (رقم ٢ . شكل ١١) ورسم قطاع طولى منه موجود كذلك في (رقم ٢ . شكل ١١) وإذا تقدم النمو استطالت هذه الساق القصيرة التى بداخل البرعم وانفصلت الأوراق التى تراكمت عليها فى أول الأمر بعضها عن بعض . وإذا علم على الساق بعلامات كالعلاقات التى سبق وصفها فى نج (١٤) الخاصة بالحدرتين أن الزيادة فى الطول تحدث عند قمة الفرخ وبعد أن يبلغ الفرخ مقدارا معيناً من الطول تقف السلاسل السفلى عن الاستطالة . أما السلاسل العليا التى هى أصغر سنا وأقصر طولاً من السابقة فتستطيل ثم تقف على نحو ما تقدمها ثم تتبعها سلاسل أصغر من سابقتها سنا وأقرب منها إلى القمة . وقد يصل طول الساق بذلك إلى نصف متر أو متر قبل أن ينقضى فصل النمو بل ربما وصل إلى أكثر من ذلك . أما القمة النهائية أو نقطة النمو (Growing point) كما يطلق عليها فإنها تبقى صغيرة السن طول الوقت وتكون بمثابة مصنع لتنمية الساق وتوليد الأوراق وهذه النقطة الرخصة الرقيقة تحميها الأوراق الصغيرة الملفوفة الناشئة على شكل زوائد من السطح الخارجى . هذا وأصغر الأوراق سنا أقربها من قمة الساق التى تحملها . أما الأوراق الكبيرة فإنها تبعد عنها بانتظام أى أنها تنشأ على التعاقب القمى ولا توجد أوراق غرضية مطلقاً .

نج ١٩ : (١) استنبت بزور فول فى أصص أو صناديق مشتملة على مخلوط من الرمل الرطب وترية البساتين .



(شكل ١١)

- (١) السويق الجنينية العليا من بادرة فول مع الريشة .
- (٢) قطاع طولى منها ؛ سع = سويق جنينية عليا ؛ ر = نقطة النمو الطرفية من الريشة ؛ ١ = ورقة فى محورها برعم ب ، ب براعم فى اباط الأوراق الداخلية من الريشة .
- (٣) سويق جنينية عليا فيها الريشة فى حالة تفتح .
- (٤) عهد متأخر من نمو السويق الجنينية العليا بين الاتصال ببذرة الفول ؛ سع ؛ ١ = أول ورقة (أولية) فى محورها ب ، برعم ، و ث ورقة ثانية (أولية) ؛ ح ، ٥ = أوراق خوصية نادية ؛ ب = براعم فى اباط الفلقتين على وشك التكشف عن سوقها تخرج فوق الأرض .

اقطع قطاعات طولية ثم الخص بناء الساق والبرعم الطرفى من البادرة بمجرد ظهورها على سطح الأرض .

(٢) لاحظ نمو الساق حتى وقت تفتح الأوراق الخضراء وانتشارها وانظر الحالة الأصلية فى الأوراق التى تبداً أولاً .

(٣) ارسم علامات صغيرة على الساق بالحبر الهندى بحيث تكون المسافة بين كل واحدة وأخرى نصف سنتيمتر ثم لاحظ أى جزء يطول أكثر من سواه .

(٤) اعمل ملاحظات مثل تلك عن بادرتى الخردل والبازلاء .

٣ — بينما نرى بعض النباتات الحولية كالخردل وبعض النباتات المعمرة تشبه الفول نجد أن كثيراً من النباتات تخالفها بعض المخالفة فى نمو الريشة وتقدمها فبدلاً من أن تنمو الريشة فى الحال وتصير فرخاً طويلاً محملاً بالأوراق المتباعدة بعضها عن بعض بمسافات صغيرة يطول المحور الأصلى الذى بداخل الريشة قليلاً وتبقى السلاميات قصيرة جداً والأوراق التى تظهر فوقه تبدو متراكمة على شكل وردة فوق موضع الفلقتين بقليل وشكل هذه الساق مع ما فيها من السلاميات القصيرة المتكشمة يكون واضحاً جداً فى أقل فصل من نمو البنجر واللفت والخس .

وفى مثل هذه النباتات يغلف الجذر الأصلى والسويق الجنينية السفلى كثيراً بما يوزع فيها من الغذاء المختزن الذى تجهزه الأوراق ولا تستطيل نقطة النمو من الساق (تلك النقطة التى تكون مستترة فى مركز تلك الأوراق التى تشبه الوردة لتركها) إلا فى خلال السنة الثانية التى تكون فيها فرخاً له سلاميات طويلة ، وهذا الفرخ يحمل متسقاً من أوراق كثيرة متباعدة بعضها عن بعض بعداً عظيماً . وفى البصل وكثير من النباتات البصلية تبقى الساق الأصلية قصيرة جداً ويبقى الغذاء المختزن الذى جهزته مودعاً فى قواعد الأوراق بدلاً من الجذر والساق كما فى الأحوال السابقة (أنظر شكل ٢٢) .

٤ — البراعم (Buds) — تنشأ سوق النباتات الزهرية وأوراقها من البراعم بالطريقة التي سبق بيانها وعليه فيمكن تعريف البراعم بأنها فراخ جنينية أو ابتدائية بنموها تصبح الأشجار التي تكون عارية في الشتاء مكسوة بالأوراق الخضراء في فصل الربيع . أما العلاقة التي بين هذه البراعم وبين الأوراق والسوق الناتجة منها فيمكن معرفتها بسهولة بفحص تركيب برعم طرفي من شجرة بلين (Plane) صغيرة (شكل ١٦) وملاحظة نمو هذا البرعم .

ويشاهد متسق من الأوراق الحرفية (Scaly leaves) متراكبة خارج البرعم بعضها فوق بعض وهذه الأوراق تغطي نقطة النمو الضعيفة من العسلوج (Twig) وتحميها . وإذا شريح برعم على طوله تبين (شكل ١٢) نظام هذه الأوراق الحرفية ورؤيت الأوراق العادية بداخله أيضا (ل) مرتبة على ساق قصيرة جدا (س) وفي الربيع نمو الأوراق الداخلية الحرفية مدة من الزمن (رقم ١ . شكل ١٣) ثم تسقط بعد ذلك تاركة وراءها "ندوبا" (Scars) صغيرة حيث كانت متصلة بالعسلوج .

(شكل ١٢)

وتستطيل الساق (س) التي تحمل الأوراق الخضرية الابتدائية (ل) ثم تندفع من بين الأوراق الحرفية الواقعة في البرعم . وبعد أسبوع أو عشرة أيام تبلغ الساق من الطول مبلغا كبيرا وتصبح الأوراق التي كانت ابتدائية مكسدة ومضوية في البرعم قد تبسطت ونمت مسطحة كما في شكل (١٤) .

ويتبين في البرعم عادة عدد الأوراق الخضرية التي على الفرخ النامي ولكن في بعض النباتات ولا سيما ما كان عشيا منها تستمر نقطة النمو في البرعم في تكوين أوراق جديدة حتى يقف نموها في الخريف .

(شكل ١٣)

تج ٢٠ : اقطع كرنبة على طولها شرايح .

لاحظ الساق والأوراق والبراعم الابطية داخلها .

تج ٢١ : الخصب بالمدسة قطاعات طويلة من براعم شجرة الحور والجوز والتين والمنجو .

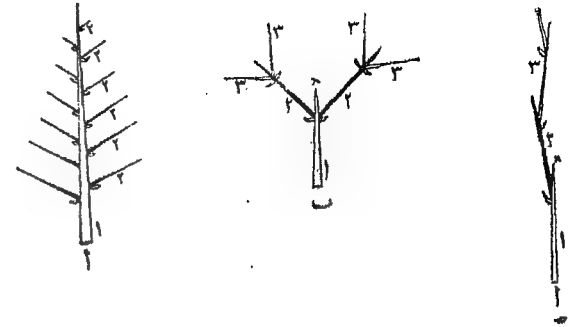
٥ - والفراخ الخضرية تنتهى عادة ببراعم طرفية (Terminal Buds) على أنه بفحص أى نوع من أنواع النباتات تقريبا يتبين لك أن البراعم لا توجد فى قمم السوق وحدها بل على جوانبها أيضا . وتنشأ هذه البراعم الجانبية فى العادة فى الزوايا العليا التى تتكوّن حيث تتصلل قواعد الأوراق بالساق . وتسمى هذه الزوايا "بباط" (Axils) الأوراق ويطاق على البراعم اسم "البراعم الابطية" (Axillary Buds) وأغلب ما يكون فى ابط الورقة برعم واحد ولكن ربما وجد برعمان أو أكثر .

٦ - وفى العادة تكون أول أوراق البرعم التى هى أبعدا عن الساق أو أسفلها منها ، أجساما ابتدائية التركيب أصغر حجما مما يتفتح من أخواتها بعد ذلك ومختلفة عنها فى المظهر ويلاحظ ذلك فى البرعم الأصى من القول أى فى ريشته (شكل ١١) وفى كثير من أمثاله من النباتات العشبية وتكون أظهر وأوضح فى البراعم التى توجد على النباتات المعمرة كالشجيرات والأشجار فى الأشجار تكون الأوراق البرعية الخارجية على الجملة أكثر أو أقل ثبوتا وأكثف قواما وتسمى "حراشيف" (Scales) أو "أوراقا حشفية" (Scale leaves) وهذه تبقى باطن البرعم من أذى الصقيع والمطر وغيره من المؤثرات فى الشتاء . والبراعم التى لها حراشيف كبراعم الصنار (شكل ١٦) تسمى "براعم حشفية" . أما ما ليس له حراشيف مثل براعم الهيسكس فتسمى "براعم عارية" (Naked Buds) .

٧ - البراعم التي تشبه براعم الفول والصنار التي سبق وصفها أى التي نتكشف عن فواخ تحمل أوراقا خوصية خضراء (Foliage leaves) تسمى "براعم ورقية" وإذا صودفت على الأشجار تسمى أحيانا "براعم خشبية" لأن منها تتكون عساليج خشبية جديدة على أن كثيرا من البراعم اذا تفتح أنتج أزهارها فقط وهذه تسمى "براعم زهرية" ويوجد نوع ثالث من البراعم يكون فواخا قصيرة تحمل أوراقا خضراء وأزهارا وهذه تسمى "براعم مختلطة" ويعرف النوعان الأخيران من البراعم عند البستانية بالبراعم الثمرية لما أن منها يحصل على الثمرة غير ممكن في كل الأحوال أن يميز الإنسان بين البراعم الثمرية والبراعم الخشبية من هيئتها الخارجية مع الحاجة لذلك في عمليات التقليم والتطعيم بالعين وكذلك في تدير أمر أشجار الفواكه . غير أن البراعم الخشبية في التفاح والكثيرى تكون صغيرة ومذبة . أما البراعم الثمرية فتكون كليلية الجذ متلثة الجسم أكثر من تلك وأكبر منها حجما وهذان النوعان من البراعم في البرقوق يتشابه منظرهما في الشتاء تشابها كليا ولا يتميز أحدهما عن الآخر إلا في الربيع حين يأخذان في النمو فان البراعم الثمرية تسمن ويعرض حدها أكثر من تلك على أن موضعها من الفرخ من أكبر ما يعين على التمييز بين نوعى هذه البراعم .

٨ - تفرع السوق - المحور أو ساق الفرخ الأصلي من النبات يكون في أول عهده جسما بسيطا مستقيما وربما استمر في النمو كذلك ولكن جرت العادة أن تنبعث منه بعد مدة وجيزة فروع أو محاور ثانوية (Secondary Axes) وهذه تتكون في كل الأحوال من براعم . في شكل (١١) المبين به البرعم الأصلي من نبات الفول نرى في باط الأوراق لدى (ب ك ب ا) براعم ثانوية جانبية وهذه براعم زهرية فلا تكون والحالة هذه فواخا ورقية طويلة بل تحدث

(شكل ١٤)



(شكل ١٥)

رسم يافى يبين : ١ = النمو غير المحدود في الساق والتفرع الراسى أى العنقودى ؛ ب ، ح = النمو المحدود أو التفرع السيسى . (١ ، ٢ ، ٣) محاور النظام الأول والثانى والثالث على التوالى .

فى الفول غالبا محاور ثانوية تحمل أوراقا خضراء وهذه تتكون عادة من براعم فى اباط الفلقتين كما فى ب . شكل (١١) .

فى كثير من النبات تنمو البراعم الموجودة فى اباط ورقة من أوراق الساق الأصلية وتصبح فراخا ورقية وربما بدرت فروع على هذه الفراخ ثانيا بطريقة مماثلة لما سبق فتتعدد بذلك أفراد السوق التى تحمل أوراقا فى النبات الواحد والتفرغ فى نباتات المغلات العلفية (Fodder crops) التى تطلب وفرة غلتها، عظيم جدا وقد يلاحظ مثل ذلك فى الأشجار وفى كثير من الحشائش (Weeds) كالسنكيو والستلاريا .

٩ — يطلق على الساق الأصلية من النبات اسم المحور الأصلي أو محور الدرجة الأولى ويطاق على الفروع النامية عليه اسم المحاور الثانوية أو محاور الدرجة الثانية وتسمى الأفرع النامية على الأخيرة "بالمحاور الثالثة" وهلم جرا وتوخيا لسهولة الوصف يمكن أن يعتبر أى محور أصليا فتكون فروعه والحالة هذه محاور ثانوية .

١٠ — اذا استمرت ساق فى النمو من قمتها مدة طويلة سميت غير محدودة (Indefinite) النمو وتكون الفروع التى عليها كثيرة العدد عادة وأصغر من الساق الأصلية وهذا النوع من التفرع يسمى "عنقودى" (Racemose) . (أنظر أ . شكل ١٥) .

وفى كثير من النباتات يكون البرعم الطرفى زهرة أو مجموع أزهار ثم يقف المحور الأصلي عن الاستطالة فما كان من السوق كذلك فهو محدود (Definite) النمو فاذا نشأت عليه فروع جانبية فهى فى العادة قليلة العدد وسرعان ما تبلغ شأو الساق الأصلي أو تفوقه فى ضلاعة ويسمى تفرع السوق محدودة النمو

”محدوداً“ أو ”سيميا“ (Cymose) ويشابه الرسم (ب. من الشكل ١٥) أحيانا على أن التفرع المحدود ينتهى أحيانا الى تكوين ما يظهر لأول نظرة أنه محور أصلي بسيط غير محدود النمو وهو في الحقيقة مركب من سلسلة محاور قصيرة من درجات مختلفة . يرى في ح. من شكل (١٥) محور أصلي ١ ينتهى في بعد أن تكون نقطته النامية قد تكشفت عن زهرة أو تكون أهلكتها الصقيع أو الريح أو غشيتها الحشرات أو غير ذلك من الأسباب التي تعوق استتطالته ويرى تحت قممه برعم جانبي قد كَوّن فرعاً أو محورا ثانويا ٢ سرعان ما وقف نموه وتكوّن فرع من الدرجة الثالثة ٣ ثم آخر ٤ قد نشأ بطريقة مشابهة لما سبق . والفرخ كله وان كان معوجا في الأول قد يستقيم نهائيا ويبدو شبيهاً بمحور مفرد بسيط من الدرجة الأولى غير المحدودة النمو وإذا حدث ذلك فمثل هذه الساق تسمى ”كاذبة المحور الأصلي“ (Sympodium) .

وفروع كثير من الأشجار التي تبدو مستقيمة وتلوح غير محدودة النمو تكون في حقيقة أمرها غالبا كاذبة المحور إذ يكون البرعم الطرفي الذي يوجد على كل فرخ سنوى قد تلف أو انتهى بزهرة أو يكون محورا كاذبا بسبب ما يتلو ذلك من شدة نمو أعلى برعم جانبي . من أمثال السوق كاذبة المحور ما يوجد من المهاميز (Spurs) على أشجار الكثرى والتفاح وكثير من الفراخ الأرضية في الفصيلة النجيلية الأرضية .

(شكل ١٦)

تج ٢٢ : الخوص نوع التفرع في فراخ نباتات شائعة شتى كالسنكيو والستلاريا والقريص والخردل والجلبان والبول والبالا . لاحظ أصل الفروع فوق ملتصق الأوراق .

١١ — عساليج الأشجار في الشتاء — ان درس فراخ الأشجار في الشتاء وتقدمها في النمو بعد ذلك في الربيع والصيف مفيد فائدة علمية . ترى على فرع الصنار المرسوم في شكل (١٦) براعم طرفية كبيرة وبضع براعم جانبية وتحت

هذه ندوب (Scars) ورقية ظاهرة بينة كما فى (رقم ٢) من الشكل، تدل على المكان الذى كانت الأوراق متصلة فيه بالفرع فى الصيف السابق . فى سنة ١٨٩٦ لم يكن الجزء المؤشر عليه بأرقام سنة ١٨٩٧ موجودا ولكن كان العسلوج منتبيا برعم يشابه ذلك الذى يرى فى شكل (١٢) وكانت به أيضا برعمان جانبيان صغيران يشبهان (ب من شكل ١٣) . وفى ربيع سنة ١٨٩٧ فتفتحت البراعم وسقطت الحراشيف البرعمية وتركت ندوبا فى (رقم ٤) . فمما البرعم الطرفى كما فى شكل (١٣/١٤٦) وأحدث فى الساق طولاً عظيماً معلماً عليه (فى الشكل) بأرقام سنة ١٨٩٧ وعلى هذه الساق عديد من البراعم الجانية نما كل منها فى أبط الورقة كما فى (هـ من شكل ١٤) ومن البراعم الصغيرة الجانية تحت البرعم الطرفى مباشرة نشأت فراخ قصيرة بطريقة مشابهة لتلك .

١٢ — ان مقدار نمو العساليج فى مدة سنة واحدة أو أثناء فصل نمو واحد يمثل بمقدار الطول الذى يكون بين منطقتى الندوب البرعمية .

وبما أن الندوب فى الغالب تكون ظاهرة للعين على القشرة بضع سنين فهى معوان على تقدير سن أى قطعة طويلة من الشجرة أو الساق أو العسلوج . ويغلب أن توجد براعم صغيرة فى آباط الحراشيف البرعمية وبما أن السلاميات الموجودة بين الحراشيف البرعمية المذكورة تظل قصيرة فهذه البراعم تظهر مكتظة فوق العساليج وترى أحيانا بعد إذ تكون الندوب قد طمست معالمها (شكل ٥٣ . بين ١٦ ب) .

يختلف طول الساق التى يكونها برعم بعد سنة من نموها اختلافا كبيرا فبعض البراعم الورقية يكون فراخا لا تزيد فى طولها عن كسر من السنتمتر وبعضها يبلغ من الطول عدة سنتيمترات ذلك بأن كثيرا من أمرها يتوقف

على نوع النبات وعمره ومعالجته وعلى موضع البراعم من الشجرة وكذا على الظروف الخارجية كالمناخ والتربة وفى الأشجار التى لا يعاق نموها يستمر طول الفراخ التى تتكون كل عام من البراعم الطرفية فى الزيادة من الطفولة الأولى فما فوقها حتى تبلغ سننا معلومة يأخذ الطول السنوى بعدها فى التناقص . وتختلف السن التى يبلغ فيها النمو نهائيه العظمى باختلاف الأشجار فبعضها لا تتكون أطول فراخها إلا إذا بلغت ما بين خمس عشرة سنة وعشرين . وبعضها إذا انقضت ثلاثون أو أربعون سنة وفى الشيوخوخة تكون كثرة البراعم (وهى تتطلب كثرة الماء والمواد الغذائية تبعاً لذلك) وكذا ازدياد بعدها عن مصدر الماء فى الأرض مانعة ذلك النمو العظيم الذى يشاهد فى الطفولة فالفراخ التى توجد على الأشجار الكبيرة السن تكون قصيرة تبعاً لذلك .

إن الفرق فى المظهر العام بين الأشجار الصغيرة والكبرى مدهش فانه ما دامت الفراخ الطويلة فى تكون فان تاجها أو رأسها يظل مفتوحا ومكثوا على الأكثر من أغصان طويلة مستقيمة ولكن لما يتبدى تكون الفراخ القصيرة يبدو التاج أكثر تكاثفا . وفى غالب الأشجار يكون البرعم الطرفى فى العادة أقوى فرخ . أما البراعم الجانية فتتكشف عن غصون يتناصر طولها شيئا فشيئا بانتظام من القمة الى القاعدة حيث تتكون البراعم فى العادة فراخا قصيرة جدا أولا تتكون منها شيئا مطلقا على أن فروع فرخ الصنف صاف تكاد تكون متساوية الحجم من القمة الى القاعدة . وفى قليل من الأحوال تكون الفروع لدى القمة أو القاعدة قصيرة ، وفى وسط الفرخ طويلة ، وفى التربة الجيدة والمناخ المناسب تكون فروع الأشجار أطول مما إذا كانت التربة رديئة بعوزها الرطوبة أو حيث يكون المناخ قارس البرد هذا والأسمدة النروجينية (Nitrogenous) أى الأزوتية ، وفقدان الضوء بسبب التراحم تؤدى الى تكون فراخ طويلة ، أما حمل الثمار فانه يمنع ضلابة الشجر ويؤدى الى تكوين فراخ قصيرة .

١٣ — البراعم الساكنة (Dormant Buds) — لدى فخص الأشجار فى الربيع أى حين تبدئ البراعم فى النمو يلاحظ أن بعضها يظل غير متنشط ويستمر على هذه الحالة طول الصيف وليس الأمر مقصورا على أنها قد تأبى النمو فيما يسمى فصلها الحقيقى بل أنها تظل فى الأكثر غير مستعدة النمو مددا طويلة . مثل هذه البراعم تسمى "براعم كامنة" وهذه تصادف على كل نوع من أنواع النبات تقريبا ولا سيما بالقرب من قواعد السوق .

والبراعم الكامنة وإن كان كثير منها يموت بسرعة فإن بعضها يظل قادرا على النمو بضع سنين بعد تكونها وقد تكون ما يسمى "فراخا مؤجلة" (Deferred) وإذا كانت على أشجار الفواكه سميت "فراخا مستترقة" وإذا نشأت من تحت سطح الأرض سميت "هراء" (Sucker) وكثيرا ما تنشأ على الأصول المطعمة أو المبرعمة . وهلاك البراعم الطرفية والجانبية الموجودة بالقرب من قمة الساق يؤدى الى تيقظ النمو فى الفراخ المؤجلة من البراعم الساكنة الموجودة عند قاعدة الساق ويظهر هذا تمام الظهور فى فراخ الأعناب والورود إذا هى قلّمت قليلا مفرطا . وزد على ذلك أن قصم البراعم الطرفية من النباتات العشبية وغيرها يعمد اليه أحيانا بقصد ضمانه نمو كل البراعم الجانبية على الساق وتكوين نبت كثيف بدلا من واحد له ساق أصلية مفردة وقليل من الفروع . ورعى نبات الفصيلة النجيلية أوحشها يفضى الى تمام نمو كل البراعم وازدياد السوق الورقية تبعاً لذلك وليس قطع البراعم الطرفية أو قصمها يفضى وحده الى استكمال نمو البراعم القاعدية التى قد تصير كامنة ولكن كل ما عاق حركة الماء أو سبل العصارة الى البراعم الطرفية والبراعم المستترقة فى أعلى الشجرة يؤدى الى مثل هذه النتيجة فى أول عهد الكروم المتساندة بالتكون حيث يقتضى أن تكون كل البراعم الناشئة على الساق الأصلية فراخا أو مهاميز قصيرة يعمد

الى الفرخ فيحى مدّة من الزمان بقصد أن يؤدى هذا الاحناء الى تفتح البراعم الناشئة عند قاعدة الساق والتى لولا ذلك لبقيت ساكنة وتركزت من الخشب غير المشمر مسافة طويلة .

١٥ — البراعم العرضية (Adventitious Buds) — البراعم الساكنة السابق ذكرها هى براعم نشأت بنظام مطرد فى آباط الورق ولكنها بقيت عديمة النشاط مدّة من الزمان ، وليس فى أمرها من الشذوذ إلا مدّة نموها على أن البراعم قد تنشأ لدى أى نقطة من النبات ولا يتحتم أن تكون فى آباط الورق بل على أى نقطة من الساق أو على الجذور والأوراق فإذا نشأت كذلك سميت "براعم عرضية" وتشاهد أمثال ذلك على جذور نبات البطاطا والحدود والورود وكثير من النباتات الأخرى ولا سيما إذا نزلت منها الأجزاء العليا التى تحمل البراعم . وهى كثيرا ما تنشأ وتكون فراخا على السوق التى أصيبت بضرر . وفى بعض الأحوال تخرج هذه البراعم من الكنب (Callus) الذى يغطى الجروح الناشئة من قطع الفروع وتتكون البراعم العرضية أحيانا من الأوراق التى أزيلت عن أمها وتثبت على رمل رطب أو طين . والبستانيات ينتفعون بهذه الخاصية فى تكثير نبات البريفولوم (Bryophyllum) .

تج ٢٣ : فخص عسالىج بعض الأشجار والشجيرات فى الشتاء كالجنيز ، والتوت ، والمشمش ، وخذ مذكرات عن نظام البراعم وعن الندوب التى تركت بعد أن سقطت عنها الأوراق الخوصية والحراشيف البرعمية القديمة وعما ترى على القلف (Bark) والبراعم من الشعروما بها من النعومة وكذلك أى خاصية من خواص هذين .

تج ٢٤ : قس أطوال السلاميات بين البراعم المتوالية على فراخ العام السابق من بعض الأشجار والشجيرات العادية واذكر فى أجزاء الصغار من هذه الأشجار أم الكبار ترى البراعم أشد اكظاظا على الساق ؟

تج ٢٥ : الخصب بعض صفار الأشجار فى الشتاء (١) وحاول أن تعرف مقدار النمو السنوى فى الطول لمختلف أجزاء كل منها (٢) استجمع ملاحظات عن طول الفروع التى كوّنتها البراعم بالقرب من القمة ، والوسط والقاعدة فى نمو كل سنة . وتبين ما إذا كانت البراعم الساكنة موجودة أو مفقودة (٣) تبين ما إذا كان التفرع محدودا أو غير محدود . وابحث بين الأشجار عن ذلك النوع من التفرع المسمى "كاذب المحور" . (٤) لاحظ فرق الطول فى النمو السنوى لفروع من أشجار كبيرة السن وصغيرة من نوع واحد .

تج ٢٦ : الخصب البراعم المتفتحة على أشجار الفواكه المبلة فى الربيع الذى يسبق فيه التمييز بين مختلف البراعم . لاحظ موضع البراعم الورقية والبراعم المختلطة والبراعم الزهرية على التوالى .

١٦ - السوق وأنواعها .

تسمى السوق التى تكون رخصة وتعيش فى العادة الى أجل قصير "عشبية" ومن هذا النوع ساق كل نبات حولى تقريبا وساق كثير من النباتات المعمرة وكنبات الويذانيا (Withania) والسمنفرم (Someniferum) . وأغلب السوق التى تعيش أبد عدة فصول تشتمل فى باطنها على مقادير عظيمة من الخشب فهى لذلك أصلب وأثبت وهذه السوق تسمى "خشبية" على أنه يجب الإشارة الى أن السوق العشبية تشتمل أيضا على خشب ولكنه يكون فى شكل خيوط ، هى قليلة فى مقدارها اذ قورنت بالأجزاء الرخصة الباقية . زد على ذلك أن كل السوق تكون رخصة وعشبية فى طفولتها الأولى ولذلك فلا يوجد فارق حقيقى بين السوق العشبية والسوق الخشبية بما أن الأمر يرجع الى درجة نمو الخشب فى باطنها . فقد تكون زهرة المشور (Wall-flower) أو الوردة مثلا رخصة وعشبية فى أجزائها العليا بينما تكون صلبة وخشبية فى أسفلها .

للأشجار والشجيرات سوق مستوفاة النمو . وتمتاز الأولى عن الثانية بأن تكون لها ساق صلبة مفردة أو جذع عال من الفروع الى مسافة بعيدة

عن الأرض . أما الشجيرات فليس لها ساق أصلية واضحة وأشهر فروعها متماثلة فى سمكها وتخرج من نقطة على الأرض أو بالقرب منها .

ولكثير من الأشجار سوق من الضعف بحيث لا تستطيع أن تقيم عودها فهى لذلك تنمو على سطح الأرض ومن النبات ما تكون سوقه ضعيفة فهى منبسطة (Prostrate) دائما ومنها النباتات المتسلقة (Climbing Plants) وهذه تكون سوقها من الضعف بحيث لا تستطيع أن تقف معتدلة ولكنها قادرة على اتخاذ ما دنا منها من الأشياء كدعامات لها . وهذه النباتات المتسلقة طرق شتى فى الاعتماد ففى الجلكس جدرا تنمو جذور عرضية على جانب واحد من الساق ومهمة هذه تثبت النبات على قلف الأشجار وعلى الجدران والصخور ومنها نبات التربولوم الشائع فى الحدائق والكليماتس البرى . كلاهما يعتمد على أوراقه وذلك أن أعناق هذه الأوراق تلتف حول فروع النبات الذى يجاورها .

ويستعين نبات البازلاء والجلبان على التساق بواسطة أوراقه وذلك أن بعض وريقاته تتنوع فتصبح خيوطا رفيعة تسمى "حوالى" (Tendrils) وهى حساسة باللمس وتلف نفسها حول أى شئ أهيئ تلمسه . أما ما كان من قبيل الورد فتحمله إبره الصلبة وفى النباتات اللفافة (Twining Plants) تقيم الساق نفسها بالتفافها حول الأشياء المجاورة لها وسوق بعض هذه النباتات تلتف يمينا دائما فى حالة النمو حول دعامة كتلك . مثال ذلك : نبات اللونسرا (Lonicera) الذى يوجد فى الحدائق وبعضها يلتف يسارا مثل اللبلاب .

١٧ - يصادف فى الفراخ تنوعات (Modifications) خاصة وكثير منها يسمى باسم خاص وأكثر هذه شيوعا المذكور بعد :

(١) فوق الأرض :

(١) فى الكثرى البرى تنتهى بعض الفروع بسننان صلبة حادة تسمى "السلاء" أو "الشوكة" (Spurs). أما كونها فراخا متنوعة فظاهراً من أنها تبدر من آباط الأوراق فضلاً عن أنها تحمل فى بعض الأحوال أوراقا وبراعم جانبية .

(ب) المدادة أو الدفانة (Runner or Stolon) : هى فراخ تتمدد أفقية على سطح الأرض ويلاحظ فيها استطالة سلامياتها ونشوء جذور عرضية من عقدها وتدليها للنمو فى التربة (شكل ١٧) عند ذلك تصبح البراعم الموجودة على هذا النوع من الساق مثبتة فى الأرض وإذا نمت ونشأت فراخا منتصبه كَوْنَت نباتات متفرقة بمجرد موت السلاميات (كما فى س من الشكل) أوقفها ومن أحسن الأمثلة على ذلك نبات الشليك .

تج ٢٧ : الفص سلاء الكرتيجا (Crataegus) والكثرى البرى ولاحظ منشأها فى آباط الأوراق وأن بعضها يحمل براعم وأوراقا .

تج ٢٨ : الفص منشأ المدادة على نبات الشليك ولاحظ موضع الأوراق والبراعم عليها .
(٢) تحت الأرض :

السوق النامية تحت الأرض تشبه الجذور أحيانا ولكن يمكن التمييز بينها وبين الجذور بأنها تحمل أوراقا وبراعم ونشوءها من آباط الأوراق .

(١) الريزومة (Rhizome) : فرخ نابت تحت الأرض ينمو أفقيا تقريبا وتبدر من عقده جذور عرضية وتكون سلامياته إما طويلة أو قصيرة ؛ سمكة أو رقيقة ولذلك فان هيئة الريزومة فى النباتات متنوعة . فريزومة نبات السيندور والكتيلوفرخ طويل متشعب ورفيع . أما ريزومة الأيريس وغيره من النباتات فهى سمكة وشحمة وإذا وجدت أوراق على الريزومة فأنما

(شكل ١٧)



(شكل ١٨)

(١) رسم يبانى يمثل نموزومة غير محدودة . ا الى ب محور ابتدائى غير محدود يبقى تحت الأرض دائما . (١، ٢، ٣) فروع جانبية . من ا ب الذى يخرج فوق الأرض . (٢) رسم يبانى يمثل نموزومة محدودة . ا الى ب = محور ابتدائى محدود أزهر ثم ذبل وتحلل . ٢٠ فرع من المحور الابتدائى خارج فوق الأرض ؛ ٣ ، فرع من ٢ ؛ ٤ فرع من ٣ . والساق جميعها من ا الى ح تحت الأرض هى سيوديوم أى كاذبة المحور الأصل .

تكون في العادة محوّرة أى معدولة فهي حراشيف غشائية وتكون الريزومات إما غير محدودة النمو أو محدودة فان كانت غير محدودة فان المحور الأصلي الحقيقي يستمر في النمو من قمته ويظل تحت الأرض دائماً فأما الأجزاء التي تخرج من الأرض فهي فروع ثانوية أو جانبية وهذه تنشأ في آباط أوراقها الحرشفية (رقم ١ . شكل ١٨) . على أن غالب الريزومات محدودة النمو فالمحور الأصلي فيها بعد أن ينمو مسافة ما طويلة أو قصيرة تحت الأرض يخرج منها وتستمر الريزومة في الأرض بفضل فروعها الثانوية (رقم ٢ . شكل ١٨) . وفي الريزومات المعمرة ذات النمو المحدود مثل الخلفاء (Sedges) والنجيليات وغير ذلك من النباتات يكون الجزء الدائم الذي يبقى تحت الأرض محورا أصليا كاذبا فيسمى "كاذب المحور" .

(ب) يطلق لفظ "هراء" (Sucker) على أى فرخ عرضى ينشأ تحت الأرض على سوق الشجيرات والشجر أو جذورها ولهذا الهراء جذور عرضية وإذا انفصل الهراء عن أمه أصبح نباتا جديدا مستقلا بذاته . ويغلب في الهراء سرعة النمو واستلاب الماء والغذاء من أمه ولذلك فالواجب أن يهلك إلا اذا كان المراد تكاثره .

تج ٢٩ : الخس الأجزاء الأرضية من نبات البلب والنمغ والبطاطى والهايون ولاحظ الأوراق الحرشفية والبراعم الموجودة في آباط بعضها .
ولاحظ العلاقة الموجودة بين الفراخ التي تخرج من الأرض بين تلك الأجزاء الباقية بها .

(ج) الدرنة (Tuber) — الدرنة فرخ له ساق قصيرة شحمة غليظة ولها أوراق حرشفية دقيقة يوجد في آباطها براعم أو عيون وأغلب الدرنت الشائعة ينمو تحت الأرض . مثال ذلك : البطاطس والطرطوفة ولكنهما قد توجد على أجزاء النبات الظاهرة فوق الأرض أما الأوراق الحرشفية فلا ترى على درنة

البطاطس المستكملة النمو . وذلك نظرا لأنها تسقط وتنكش قبل أن يتم النضج .
كون البطاطس قطعاً مسمكة من السوق ، أمر يمكن مشاهدته بدراسة
أصلها ؛ فان الريزومات التى ليست درنات البطاطس إلا أطرافها ، تنشأ
طبيعية فى آباط الأوراق تحت سطح الأرض وهى وإن كانت توجد تحت
الأرض لا علاقة لها بالمجموع الجذرى من النبات .

والعادة فى الدرنه المستوفاه النمو أن تكون عند قاعدتها قطعة من ريزومة
ذائبة وعلى سطحها كثير من العيون (Eyes) مرتبة على شكل حلزوني .
والعيون عند القمة المورفولوجية من الدرنه أشد اكتظاظاً منها عند القاعدة
إذ تكون السلاميات الكبيرة السن أطول من الصغيرة . وتلوح كل عين
كمجموع من البراعم راقد فى بقعة مقعرة من الدرنه وهذه البقعة المقعرة هى
أبسط ورقة حشفية كانت ظاهرة أيام كانت الدرنه صغيرة السن ثم ذبلت
وخفيت بعد ذلك . وقد يكون عدد البراعم فى كل عين عشرين ولكن العادة
أن تكون ثلاثة . والعين فى الحقيقة فرع جانبي ذو سلاميات غير متكشفة ،
إذ الدرنه جميعها فى الجملة مجموع فرعى شديد التفرع وليست فرخاً بسيطاً .

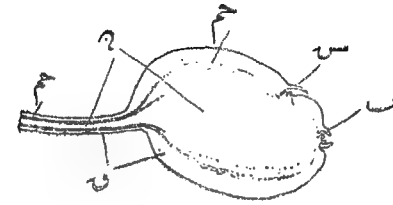
وليست الدرنات من شكل واحد دائماً بل انما تتعدد أشكالها ولكن لها
ثلاثة أشكال شائعة هى : (١) المستديرة (٢) البيضية (٣) الكلوية . فالمستديرة
هى كروية نوعاً ما ، سلامياتها وعيونها أقل منها عدداً فى البيضية والكلوية
اللتين هما مستطيلتان نوعاً ما ؛ وتمتاز الدرنه الكلوية بأنها أسمك عند القمة
وتستدق صوب القاعدة . أما الدرنه البيضية فهى سميكه فى الوسط وتستدق
صوب طرفيها . وهذه الاختلافات ظاهرة ثابتة بحيث تكفى لأن تكون
أساساً للتفريق بين أصناف البطاطس فى الزراعة .

وقد تكون الدرنات في بعض الأحوال ذات شكل مفرط في عدم انتظامه . فانه اذا اعترض جفاف الطقس نمو الزروع ثم عقبه مطر فان الدرنات التي تكون قد نضجت نضوجا جزئيا تنمو من الأطراف أو من حوالى العيون الجانبية بدلا من أن تزداد في الشخانة بانتظام يوم يعود النمو للنشيط اليها وقد تؤدي الزيادات التي أحدثها النمو المذكور الى تكون أجسام غير منتظمة أو درنات صغيرة على الدرنات الكبيرة . ويعرف هذا بالدرن الثانوى وهو أشيع ما يكون في الأصناف الكلوية والبيضية .

وتشريح الدرنه في طفولتها يشبه تشريح الريزومة التي هي منها وتشتمل أسوة بالسوق المشابهة لها على بشرة وقشرة واسطوانة وعائية بما تشتمل من حلقة الكامبيوم والنخاع المركزى ، ونظام الأنسجة في الدرنه الصغيرة يلوح كما هو في شكل (١٩) .

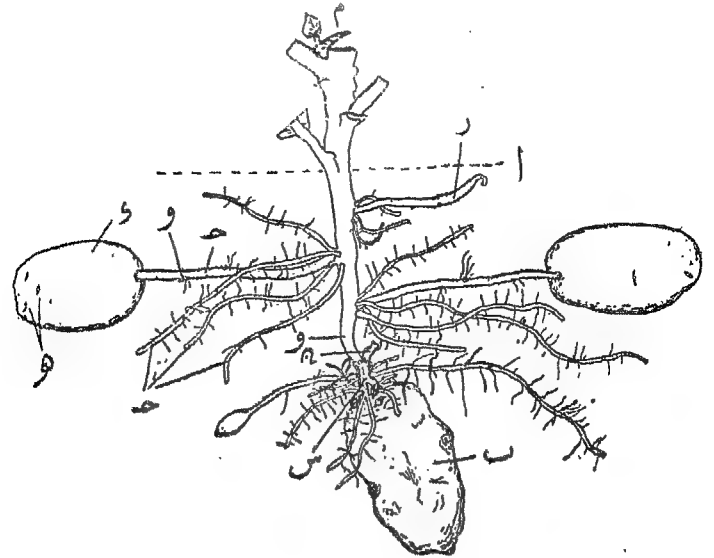
هذا وفي الدرنه المستوفاة النمو يحل البريدرم محل الابدردم أى البشرة . والطبقة الخارجة من هذا البريدرم تشتمل على خلايا فلية ، وهذه تكون بمثابة وقاية للدرنه من فرط فقد الماء من باطنها . وتحت هذا الجلد — البريدرم — توجد القشرة ، وفي خلايا القشرة الخارجية تكون العصارة الخلوية ماؤنة في العادة لونا يميز مختلف اصناف البطاطس بعضها عن بعض .

والعادة في الكامبيوم أن يكون كثيرا من الزيولوم (الخشب) في نموه وهذا الخشب هو الذى يكون أكثر جسم الدرنه ، على أن الخشب ليس متكونا من نسيج خيطى بل يكاد يكون كله خلايا برنشيمية رقيقة الجدران ليس فيها من العناصر الخيطية المشار اليها إلا مجاميع قليلة منفردة وعاليه فلا يمكن تمييزها من النخاع والقشرة .



(شكل ١٩)

قطاع طولى من درنة بطاطس صغيرة . ح = قشرة ، ح = حزم وعائية ، ق = نخاع ، ش = ورقة قشرية في إبطها برعم ، ب = برعم طرفى .



(شكل ٢٠)

نبات بطاطس مستحدث من درنة قديمة وظاهر فيه نظام وطبيعة الأجزاء الموجودة منها في الأرض (١) سطح الأرض . (ب) درنة قديمة ظاهر منها ساق قصيرة صلبة (س) ناتجة أثناء الانبات في الضوء قبل زرعها في الأرض . (و ، ح) فرعان من س . وطرف ب مقطوع والفرع و خرج من الأرض وقطع في م . ح ريزومة تكشف طرفها عن درنة د وعلى هذه ترى براعم عند . هـ (و) في الريزومة برعم جانبي على ح . (د) ريزومة تشبه ح ولكنها لم تكون درنة بعد . جذور عرضية .

زرعها بحيث تشمل كل قطعة منها عينا واحدة كانت القطع المأخوذة من القمة أشدها نباتا وأكثرها غلة . وإذا قطع الفرخ الأصلي الناتج من البرعم المركزى من عين من العيون أو تلف ، نمت البراعم الجانبية من العين ولكن لا تكون فراخها كمثل الفرخ المقطوع شدة أو قوة .

والفراخ الناتجة من البراعم النامية فى البطاطس ، إذا عرّضت للضوء أثناء الانبات ، تكون ذات سلاميات قصيرة وأوراق حشوية ترى فى آباطها فى العادة ثلاثة براعم جانبية . وبعد زرع الدرنه ينمو طرف المحور الأصلي من كل فرخ خارجا الى أعلى فى الهواء الطلق حيث تأخذ الأوراق التى تتفتح فى القيام بعملية " تثبيت الكربون " وينزل الغذاء الذى تصنعه الأوراق فى الساق وتتولد ريزومة رقيقة من البرعم الوسطى فى كل أبط ورق تحت الأرض ، وهذه ، بعد بلوغها مقدارا مترواحا من الطول ، تكون فى العادة درنة جديدة عند طرفها (شكل ٢٠) . وإذا نفذ كل ما فى الدرنه القديمة الميتة من غذائها المختزن لم تخل من الماء ، لتسربه إليها من التربة المحيطة بها ، فكانت بمثابة خزان ماء للنبات النامي أيام التحريق .

ولا بد من ملاحظة أن الريزومات لا تنتج درنات إلا اذا هى حفظت فى ظلام ومن ذلك تتضح فائدة تغطيتها بالثرى ، وضرورة معاودة هذه التغطية من آن لآن حتى تحتجب الريزومات الجديدة — التى تشبه حرف (P) الافرنجى فى الشكل المذكور — عن النور بتاتا إذ أن الريزومات التى تتعرض للنور لاتصبح إلا فراخا عادية ذات أوراق خضراء ولا بد قبل غرس الدرنات من استنباتها فى النور اذا أمكن لكي يحصل من كل عين متنبهة منها على قطعة نخينة قصيرة من الساق عليها عقد كثيرة إذ أن الريزومات التى تحمل درنات لا تخرج إلا عند آباط الأوراق . وهذه العملية تساعد على تكثير غلة البطاطس بمقدار

وأهم المواد الغذائية المختزنة هو النشا وأكثر ما يكون هذا النشا فى أبعاد الأجزاء الداخلية من القشرة ، وفى النسيج الحشوي المتحلل وفى جزء من النخاع . وإذا اقتطعت شريحة من درنة البطاطس كأن بالفلوم (الخشب الكاذب) والكامبيوم ووسط النخاع شئ من الشفوف وقد تحتوى قليلا من النشا أو تكون خالية منه .

انبات الدرنه — لا يمكن حمل الدرنات الناضجة على الانبات حتى يمر وقت ما . ومن الأصناف ما يحتاج الى الراحة شهرين ومنها ما اذا نضج فى الخريف لا تبدو عليه علامات الانبات قبل يناير أو فبراير أو ما بعده .

والدرجة الصغرى من الحرارة اللازمة للانبات هى ٨ درجات مئوية أو ٩٠ . ولذا فان الدرنات التى تزرع قبل أو ان تلك الدرجة لا تنمو إلا قليلا وقد تمتنع عن النمو بتاتا .

أما سبب مدة الراحة والتغيرات الكيماوية التى تحدث أثناء تلك المدة فغير واضح بيد أن التنفس الذى يحدث بانفاق من النشا ممكن ادراكه فهو فى المبدأ بطىء ولكنه يزداد بسرعة كبيرة عند اقتراب مدة الراحة من الانتهاء .

وإذا ابتدأ الانبات تكون الانزيم (Enzyme) دايتاز فتحول به النشا الى سكرواوتقل هذا الى البراعم النامية حيث يستخدم فى تكوين خلايا جديدة . وأول نمو فى الفراخ يحدث بانفاق من مقادير الأغذية المختزنة فى الدرنه .

هذا ويندر أن يتكشف برعمان على نفس الدرنه بمقدار واحد من القوة إذ أن أكثر البراعم ضلابة وقوة ما يكون على طرفها أى البرعم الوسطى من العيون الموجودة بالقرب من قمة الدرنه . أما البراعم الموجودة عند قاعدة الدرنه فهى أضعفها ويغلب أن تبقى كامنة بتاتا . وإذا قطعت الدرنات من أجل

عظيم وإلا فإنه اذا تركت الدرنات للبدأ بنموها فى الظلام سواء فى المخازن أو تحت الأرض فإن الفراخ التى تبدر من العيون تكون ذات سلاميات أطول من المطلوب وعليه فيقل عدد النقط التى تخرج منها الريزومات الحاملة الدرنات تحت الأرض وفضلا عن ذلك فإن الفراخ المورقة التى تخرج فوق الأرض تكون إذ ذاك ضعيفة اذا اتبعت الطريقة الأخيرة .

(س) الكرمة (Corm) — ساق قصيرة سمكية يغطيها قليل من الأوراق الجرشفية وتحمل برعمًا أو اثنين لدى قمتها ومن أمثلتها دلبوث الجنائن أو ذنب الفرس والقلقاس وأيريس الصحراء .

(شكل ١٩) قطاع نبات ذنب الفرس . نقطة (ب) تبين ساق الكرمة الصلبة الشحمة ومعها بقايا كرمة قديمة ملتصقة بها وعدة جذور عرضية (م) ومن قمتها عند (س) نم البرعم الطرفى فكون ساقا قصيرة (هـ) تحمل على جوانبها أوراقا غشائية رقيقة وأوراقا خضراء عادية (ن) وتلك تخرج من الأرض . وتبدر من آباط الأوراق زهرة أو أكثر (خ) وتستعمل المواد المختزنة فى الكرمة (ب) لتكوين هذه الأوراق والأزهار وعلى ذلك فهى تنكش وتموت كما فى (أ) ولكن الأوراق الخضراء (ن) تعمل بعد تمام نموها على صنع مقدار وافر من الغذاء وهذا ينزل من الأوراق الى حيث يخزن فى الساق القصيرة (هـ) وهذه تزداد سمكا شيئا فشيئا تبعا لذلك وتصبح كرمة جديدة فى نهاية الفصل . أما البراعم (ط) الموجودة فى آباط أوراق الكرمة الجديدة فتبقى بالقرب من قمتها وتقوم بانشاء متسق جديد من الأزهار والأوراق والكرمات فى العام الذى يلى .

ويغلب أن يكون للكرمة بضعة براعم فى قمتها بدلا من برعم واحد كما فى (س) وترتقى كل واحدة منها فى النمو حتى تصبح كرمة جديدة بالطريقة التى سبق

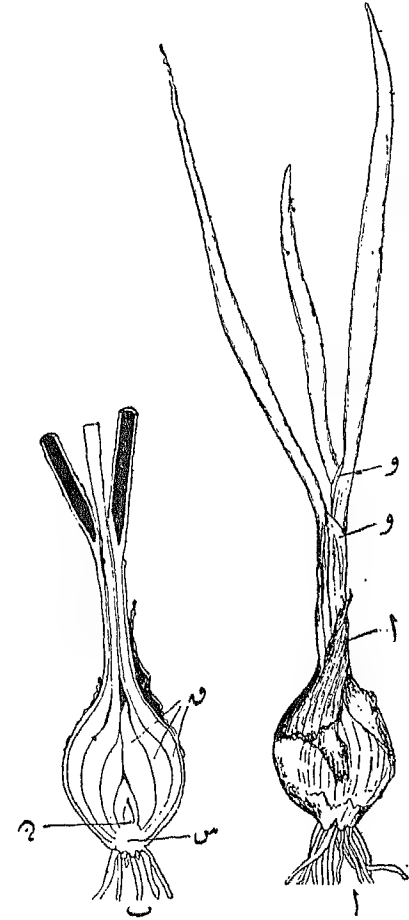
أولاً صفحة ٥٣

(شكل ٢١)

شرحها . وعلى ذلك فالكرمة الواحدة قد تنشئ عدة من صنفها في فصل واحد .

(هـ) البصلة (Bulb) — تشبه الكرمة أحيانا في مظهرها الخارجي ولكنها تشتمل على ساق قصيرة قصرا نسبيا وعلى هذه الساق يوجد عدد من الأوراق الحرشفية بادنة سمكية وهذه الأوراق ينطوى بعضها قليلا أو كثيرا فوق بعض . أما كان البصلية جميعه فهو أشبه ببرعم كبير جدًا يوجد في آباط بعض حراشيفه براعم صغيرة ابتدائية ومن البصلات الشائعة البصل والبشنين (Lily) والترجس . وبادرة البصل المبينة في شكل (٦) تكون بضع أوراق أثناء أول عهد من النمو كما في ١ من شكل (٢٤) وينفتح النبات عند قاعدته ويكون بصلة وإذا قطعت قطاعا كما في (ب) تكشف لك باطن تركيبه وبتعقب الأوراق من الأجزاء الخضراء فأسفل يلاحظ أن القواعد جميعها ولا سيما الداخلة من الأوراق مسمكة فن تلك القواعد الورقية يتكون جرم البصلة الأصلي . أما الساق (س) التي تنمو عليها هذه الأوراق فهي لذلك قصيرة . فإذا انتهى هذا العهد من النمو تموت الأجزاء الخضراء وتتكس . أما أجزاؤها السفلى التي أصبحت رقيقة فتبقى كغطاء لبقية البصلة وتمنع سرعة فقدان الماء من الداخل .

وإذا زرعت بصلة البصل في أوانها الثاني كوّنت جذورا عرضية من قاعدة الساق وتنمو نقطة النمو الطرفية (ن) من الداخل الى أعلى وتكون أوراقا ونورة (Inflorescence) ذات أزهار بيضاء على طرف ساق مجوفة طويلة . وكذلك البراعم الموجودة في آباط الأوراق الحرشفية فانها تنمو على هذا النسق وعلى ذلك فانه أحيانا يتكون من بصلة واحدة عدة فراخ مزهرة وتتفق المواد المختزنة في حراشيف البصلة في نمو هذه السوق المزهرة وبعد انتاج البزور الناضجة يتكس النبات جميعه ويموت وفي هذه الحالة تكون البصلة من فريق النبات الذي يعمر سنتين .



(شكل ٢٢)

(١) بادرة بصل ؛ أ بقايا ورقة قديمة ؛ و ، وأوراق صغيرة السن .

(ب) قطاع طولى من البادرة ، س ساق قصيرة فيها أوراق وقواعد ورقية تكون أهم جزء من البصلة ؛ ن نقطة نمو الساق .

وقد يحدث أن بعض البراعم الجانبية الموجودة في آباط الحراشيف لاتحدث النورات المشار اليها بل تكون أفراخا ورقية فقط . وهذه تكون بصليات صغيرة كما تفعل بادرة البصل ، وهذه البصلات الصغيرة تبقى بعد موت أمها وتقوم بالنمو في أوانها الثانى . وعلى ذلك فنبات البصل في هذه الحالة يكون من الفريق الذى نسميه معمرا والبصلات التى تشبه نبات البصل في تعرض حراشيفه وتقعرها وفي اتساقها بحيث يشمل الخارجى الباطنى شمولا كليا تسمى "بصلات كسائية" (Tunicated bulbs) . أما فى البشنيين فان حراشيف البصلة أقل عرضا من تلك ثم انها متراكبة تراكب ألواح القرميد في سطوح المنازل . ولذلك يطلق عليها اسم "البصلات المتراكبة" (Imbricated bulbs) .

تج ٣٠ : اقطع قطاعا طويلا من نبات بصلة صغيرة عند ما تكون بصلتها قد تكونت جيدا . راقب نمو النبات الصغير الى أن يصير بصلة مستقلة واقطع أيضا في بصلة تامة النمو بضع قطاعات وقارن تركيب بنائها الداخلى بمثله من الكرب .

تج ٣١ : الخصب بصلات بصل حفظ طول الشتاء وسمح له بعد ذلك بالانبات . لاحظ عدد طوائف الأوراق الخضراء المنفصلة التى أنتجتها البصلات واقطعها وامتحنها والخصب أصل هذه الأوراق .

تج ٣٢ : الأوراق — اقطع قطاعات طويلة في بصلة الزرجس . لاحظ الساق وعدد الحراشيف وسلك كل واحد منها وكذلك وجود الأزهار الابتدائية والبراعم الأبطية أو فقدانها .

تج ٣٣ : (١) الخصب تركيب بناء كرمة القلقاس واقطع الأوراق الحرشفية الخارجية وشاهد موقع البراعم وعددها على الساق الغليظة (٢) اقطع قطاعات طويلة في كرمة (٣) الخصب كرمة مزهرة وشاهد الجذور وبقايا الكرمات القديمة والأوراق الخضراء والأوراق الحرشفية والغشائية وعدد الأزهار وموضعها وقارن ذلك بشكل (٣) .

الفصل الخامس

الورقة

١ — تخرج الأوراق كما سبق القول من براعم وتكون إذ ذاك زوائج جانبية من سوق النباتات. وقد تكون الأوراق على صور شتى ولكنها في العادة أجسام منبسطة. والعادة في جميع الأوراق ما عدا ما يعرف منها بالأوراق الزهرية أن تكون في آباطها أزهار أى براعم ويختلف نمو الأوراق عن نمو الساق والجذر في أنه قصير الأمد لأنها إذا بلغت حجما محدودا وقفت عن النمو.

٢ — الورقة الخوصية (Foliage Leaf) — أظهر الأوراق على النباتات تكون خضراء وتسمى "الأوراق الخوصية"، وهى أعضاء ذات شأن مهمتها في الجملة صنع الغذاء اللازم للجزء النامي من النبات، بل هى أيضا أعضاء ينطلق منها في الهواء كثير من الماء المأخوذ من الأرض بواسطة الجذور وتشتمل الورقة الخوصية النموذجية (شكل ٢٤) على الأجزاء الآتية : (١) جزء عريض مفرطح يسمى "النصل" (Blade) (٢) عود أو عنق رفيع (Petiole) (٣) غمد (Sheath) غمد قاعدى منبسط نوعا يصل الورقة بالساق. ويحمل غمد الورقة أحيانا زائدين تسمى كل منهما "أذنة" (Stipule) وهما قد تكونان عريضتين أشبه بالجناح كما هو الحال في البرسيم والبازلاء وقد تكونان صغيرتين ضيقتين كما هو الحال في الكثرى والتفاح. وتسمى الأوراق التى فيها هاتان الزائدتان "أوراقا أذنية" (Stipulate). أما التى ليس لها اذنان فتسمى "لا أذنية" (Exstipulate).

وأجزاء الورقة تختلف في شكلها اختلافا كبيرا فعمد نبات الفصيلة النجيلية يحتضن الساق احتضانا. أما في الفصيلة الخيمية (ومنها الحزر والكرفس) فهو ظاهر جدًا وفي كثير من النباتات يكاد لا يرى .

وإذا كان للورقة عنق فهو في العادة ضيق واسطوانى ولكن يغلب فيه القصر وقد لا يوجد مطلقا وفي هذه الحالة يقال للورقة "عديمة العنق" أو "مترصعة" (Sessile) .

النصل — هو في الجملة أظهر أجزاء الورقة الخوصية . وأهم النقاط التي يجب ملاحظتها هي توشع عروقه وشكله وحافته وقته وصفة سطحه .

(١) تعرق النصل الورقى (Venation) — يخترق جسم الورقة عديد من الخيوط أو الأشرطة الخشبية تسمى "عروقا" أو "أعصابا" ولكن لا يستتج من ذلك أن بناءها أو وظيفتها يمثلان العروق أو الأعصاب أو وظيفتهما في الحيوان . ويسمى نظام بناء الأشرطة "نظام تعرق النصل الورقى" ولهذا التعرق نوعان شائعان أحدهما متواز (Parallel) وثانيهما شبكى (Reticulate) . ففي النوع الأول تكون أهم الأشرطة موازية بعضها لبعض من قاعدة الورقة الى قمته كما هو الحال في أوراق الفصيلة النجيلية . وفي البصل والجلاديولاس وفي ذوات الفلقة المفردة على الاجمال .

أما في الأوراق الشبكية فان الأشرطة الصغرى تكون في الورقة على صورة نسج الشبكة . وهذا النظام صفة في ذوات الفلقتين .

وتقسم الأوراق الشبكية قسمين تبعا لنظام الأشرطة الأصلية . ففي أحد هذين القسمين يكون للأوراق شريط مركزى يسمى "العر" (Mid-rib) يجرى في وسط الورقة وتخرج منه أشرطة فرعية (أصغر منه قليلا) كما في شكل (٢٤) . ومثل هذه الأوراق يقال لها "ريشية العروق" (Pinnately Veined)

ومن أحسن أمثلتها أوراق التفاح والبرقوق والجوخ وفي القسم الثاني يكون في كل ورقة أشربة قوية عديدة تبتدىء من قاعدة النصل وتنتشر فيه حتى تصل الى الحافة على نحو ما تكون عليه أصابع اليد عند انبساط الكف ولذلك تسمى مثل هذه الورقة "بالراحية" (Palmately Veined) وفي ورقة القطن والهدرا مثال لذلك .

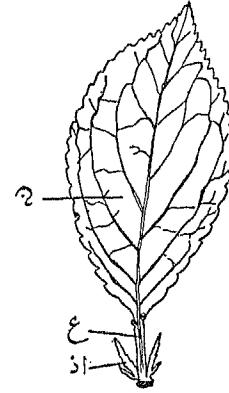
(ب) أشكال النصل — قد تكون حافة النصل على أى شكل هندسى (شكل ٢٥) فاذا كان كثير الامتداد ضيقا كما هو في نبات الفصيلة النجيلية سميت الورقة "خطية" (Linear) .

وقد تكون "رجمية" (Lanceolate) كما في ورق لسان الحمل وقد تكون "بيضية" (Ovate) أو "إهليلجية" (Elliptical) أو "كلوية" (Reniform) أو "قلبية" (Cordate) أو "سهمية" (Sagittate) أو "ملعقية" (Spathulate) أو "مزرقية" (Hastate) .

(ج) حافة الورقة (Leaf-margin) — يكون حد نصل الورقة سويا أحيانا (Entire) كما هو الحال في الحناء أو يكون خشنا بقلوب صغيرة أو كبيرة (شكل ٢٦) .

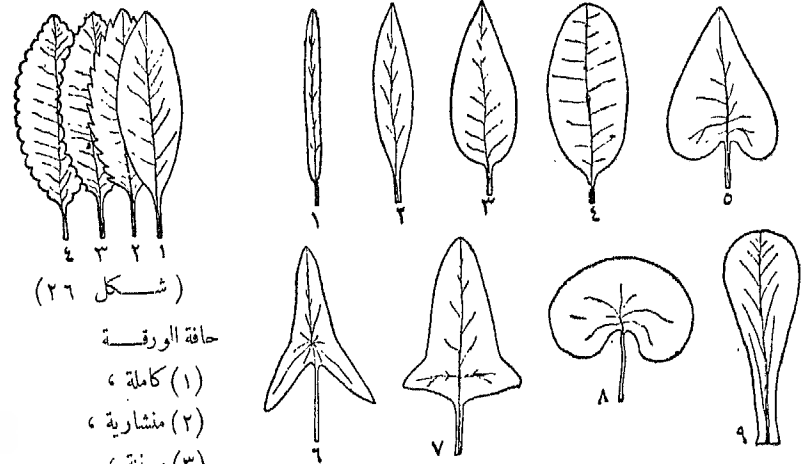
فالأوراق التي تكون حوافها كحد المنشار تسمى "منشارية" (Serrate) وإذا كانت القلوب السنية الصغيرة على زوايا قائمة مع حد الورقة سميت "مسننة" (Dentate) وإذا كان للحد نتوءات صغيرة على شكل نصف دائرة سميت الورقة "مفروضة" (Crenate) أو "مخروزة" .

فاذا كانت القلوب أعمق من ذلك سميت الورقة "مفصصة" (Lobed) أو "مفرقة" (Parted) أو "مشرحة" (Dissected) على التوالي، تبعا لما اذا كانت



(شكل ٢٤)

ورقة برقوق خوصية : ع = عتق أو عود ، اذ = اذنة ، د = نصل .



(شكل ٢٦)

- حافة الورقة
(١) كاملة ،
(٢) منشارية ،
(٣) مسننة ،
(٤) مخروزة .

(شكل ٢٥)

الأشكال العادية من الأوراق (١) خطية ، (٢) رجمية ، (٣) بيضية ، (٤) إهليلجية ، (٥) قلبية ، (٦) سهمية ، (٧) مزرقية ، (٨) كلوية ، (٩) ملعقية .

الأقسام بالغة الى منتصف المسافة بين العير والحافة أو الى ثلاثة أرباعها أو قاطعة المسافة كلها تقريبا وبما أن الفلول تسير في اتجاه الأشرطة الأصلية أى عروق الورقة فإنه يوجد نوعان من الأوراق سواء كانت مفصصة أو مفترقة أو مشرحة أحدهما يسمى "المفصص الريشى" أو "المفرق الريشى" أو "المشرح الريشى" والثانى "المفصص الراعى" أو "المفرق الراعى" أو "المشرح الراعى" (شكل ٢٧) .

وما دامت أقسام النصل لاتصل الى الأبعاد الأصلية تمام الوصول فالورقة تسمى "بسيطة"، وفى كثير من الأحوال تكون الأقسام بحيث تبدو الورقة كأن لها عدة نصول متفرقة فإذا كان الأمر كذلك فالورقة تسمى "مركبة"، وتكون الأجزاء المتفرقة وريقاتها (و. شكل ٢٧) والأوراق المركبة إما أن تكون ريشية كما فى البازلاء والفلول الرومى والبطاطس والورد أو راحية كما فى البرسيم والخروع والترمس .

(س) السطح — سطح النصل أملس أو أصلع وقد تكون إحدى صفحتيه صلعاء والأخرى شعرية أو تكون كلتاها مغطاة بالشعر .

القمة — اذا كان طرف الورقة محددًا سميت القمة "حادّة" (Acute) واذا امتد الى أطول من ذلك سميت "مستدقة" (Acuminate) وقد يكون "منفرجا" (Obtuse) أو "مشروما" (Emerginate) أو "مقرنا" (Mucronate) وفى هذه الحالة يبدو العير كأنه قد برز كطرف حاد . أنظر أوراق البرسيم المجازى (Lucerne) والمديكاجو (Medicago) .

نح ٣٤ : الخس أوراق أهم نباتات الحقل وغير ذلك من الحشائش وصف كلا منها . لاحظ أولا هل هى بسيطة أو مركبة ؟ وأنظربعد ذلك هل تجد عليها أذنان وأعناق أم لا ؟ ثم صف صورتها وحافتها وقتها وسطحها .

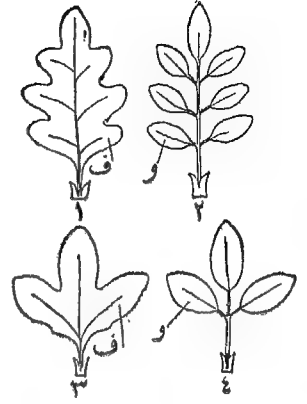
٣ — الأوراق المتنوعة أو المعدولة (Modified leaves) — قد يوجد على النباتات أجسام لا تشتمل في تركيبها على كل أجزاء الورقة الخوصية ولكنها تعتبر أوراقا نظرا الى أصلها وموضعها من النبات والى أنها كثيرا ما تحمل براعم في آباطها وقد تنقلب في بعض الظروف أوراقا خضراء معتادة .

ولكن كثير من هذه الأوراق المتنوعة أى المعدولة صفات خاصة كما هو مبين بعد من حيث موضعها من الساق أو من حيث بناؤها ولونها أو غير ذلك من الخصائص .

(١) الفلقات أو أوراق البزرة — هذه أول الأوراق التي يحرزها النبات الزهرى وتكون كلها تقريبا بسيطة سوية ولا أذنان لها ولبعض الأشجار (كالصنوبر والأرز) بادرات لها فلقات عدة ولكن ذوات الفلقتين تشتمل في العادة على فلقتين (شكل ٥) . أما ذوات الفلقة المفردة من النباتات فلا يوجد بها إلا واحدة .

والفلقات في بزور الفول والبازلاء بمثابة مخزن للغذاء الذى يتوقف عليه نمو البادرة في أول عهدها . أما في الغلال والتجليات فإن أهم عمل لعمله الفلقة هو امتصاص الأندوسپرم الذى في البزرة ونقله الى الأطراف النامية من الجذر الصغير والفرخ . أما في اللفت والقطن وكثير من النباتات فالفلقات تظهر على وجه الأرض وتقوم بعملية التمثيل فتسلك بذلك مسلك الأوراق الخوصية المعتادة .

(ب) الحراشيف — هذه الحراشيف في العادة أجسام ورقية غشائية رقيقة وتكون بالاجمال سمراء أو بيضاء أو ضاربة الى الصفرة ؛ وهى إما أن تكون أوراقا كاملة أو أذنان وأغمد لأوراق لم يتم تكون نصلها . وتوجد الحراشيف



- (شكل ٢٧)
- (١) ورقة ريشية مفصصة بسيطة (ف) فص .
 - (٢) ورقة ريشية مركبة ، (و) ورقة .
 - (٣) ورقة راحية مفصصة بسيطة ، (ف) فص .
 - (٤) ورقة راحية مركبة ، (و) ورقة .



- (شكل ٢٨)
- ورقة مفردة مركبة من نبات البازلاء : اذ = اذنة ، (و) ورقة ، (حا) حلق .

غالبا على السوق التى فوق الأرض بمثابة غطاءات لبراعم الشجر والشجيرات تحمى باطن البراعم من الصقيع والحر والمطروم غشيان الحشرات . وتوجد الحراشيف دائما على السوق الأرضية من النباتات المعمرة . وتختلف إذ ذاك فى حجمها كثيرا . فعلى الريزومة من نبات البطاطس مثلا تكون صغيرة غشائية . أما أوراق البصلة الساكنة فحراشيف كبيرة بعضها غليظ شحم غاص بالغذاء .

(ج) القنابات والقنيبات (Bracts and Bracteoles) — الأوراق التى توجد على الساق فى النقط التى تظهر فيها الأزهار أو النورات يقال لها القنابات والقنيبات (أنظر صفحة ٧٦) وهى تختلف فى حجمها ونسجها (Texture) ولونها اختلافا كبيرا وفى بعض النباتات لا يمكن تمييزها من الأوراق الخوصية الخضراء العادية إلا بتين موضعها . بل الأغلب أن تكون أولية تشابه الحراشيف تقريبا . وتسمى القنابات النصلية التى تكثف أزهار النجيليات "بالقناع" (Glumes) وفى النخل توجد قنابة عظيمة تشتمل على كل النورة وهذه تسمى "بالقحف أو بالكافور" (Spathes) أو "الكوز" والقنابات "الزهرية وضاء اللون أحيانا . مثال ذلك : قنابات النبات المعروف فى مصر بينت القنصل (يوفوربيا) .

(د) الأوراق الزهرية — الأوراق الخاصة التى تكون أهم أجزاء الزهرة يقال لها "الأوراق الزهرية" (أنظر الفصل الآتى) .

(هـ) الشوك الورقى (Leaf-spines) — فى بعض الشجيرات والأشجار توجد فروع تكون قد تنوعت حتى أصبحت شوكا قصيرا صلبا . فأما كون هذا الشوك فروعا أو غصونا فظاهر من أنه فى الغالب يحمل أوراقا صغيرة وبراعم ولكن فى بعض النباتات كالتين الشوكى لا يكون الشوك بالطبع فروعا بل أوراقا

معدولة لأنه يغلب ظهور براعم وسوق فى آباطها وفى بعض الأحوال تشاهد كل أدوار التنقل فى التنوع بين الورقة العادية والشوكة المتفرعة على نفس النبات . (و) المحاليق الورقية (Leaf tendrils) — فى الفول الرومى وفى البازلاء (شكل ٢٨) تنمو الوريقات الطرفية فتصبح خيوطا رفيعة تسمى "محاليق" وهذه المحاليق تشعر باللامسة فتلتف حول أى شىء صغير تلمسه وفى بعض النباتات كالكروم وزهرة الآلام (Passion flower) لا تكون المحاليق أوراقا بل غصونا متوعة .

تج ٣٥ : الحصى فلقات بوادر الحشائش التى تنبت فى أراضي البساتين وفى الأراضي الزراعية ولاحظ الفرق بينها وبين الأوراق الخوصية الأولى .
الحصى فلقات بوادر المغلات الحقلية الشائعة .

تج ٣٦ : الحصى حراشيف بصلة وزرجسة والحصى أيضا ما على السوق الأرضية من نبات البطاطس وغيره من النباتات .

تج ٣٧ : الحصى أشواك التين الشوكى والكراتجيس وهل هى أوراق أم غصون متوعة ؟ وفارت بالتجربة ٢٧ .

تج ٣٨ : لاحظ صورة المحاليق وموضعها فى الفول الرومى والبازلاء (أولا) وهى مطلقة غالقة (وثانيا) وهى ملتفة حول دعامة .

٤ — نظام الأوراق (Leaf-arrangement) — قد تبدو الأوراق للرأى كأنها على النبات بغير نظام ولكن يتبين بعد الفحص الدقيق أنها موزعة على الساق بنظام محدود جدا يكون فى العادة ثابتا فى كل نوع من أنواع النبات ففى بعضها — كما فى "ليونوتيس" (Leonotis) وفى اللاميوم (Lamium) والجاليوم (Galium) تظهر ورقتان أو أكثر عند نفس الكعب من الساق . فتسمى كل مجموعة من الورق إذ ذاك "سوارا" (Whorl) والأفراد المكونة لهذا السوار تكون دائما منفصلة بعضها عن بعض بمسافات زاوية منتظمة

(Angular) . فإذا وجدت ورقتان عند الكعب كانت كل منهما على مسافة من أختها تساوى نصف محيط الساق ، أى هما مقابل بعضهما بالدقة ولا تكونان فى جانب واحد فإذا ظهرت ثلاث أوراق عند الكعب الواحد ابتعدت كل واحدة منها عن أختها بمسافة زاوية قدرها 90° أو ثلث المحيط وهلم جرا .

وفى كثير من السوق لا تكون الأوراق فى أساور بل تكون موزعة وهى منفردة على طول الساق بحيث لا تنشأ عند كل كعب إلا ورقة . مثل هذا النظام يسمى "بالتبادل اللولبي" أو (Spiral) وإذا رسم خط من قاع الفرخ الى رأسه بحيث يمر بقاعدة كل ورقة على التتابع رسم الخط لولبيا . وإذا قيست المسافات بين الأوراق على طول الساق وجد أنها مختلفة فبعضها يكون على مسافة قيراط من بعضه وبعضها على مسافة قيراطين أو يزيدان على أن مسافات الزاوية الكائنة بين الأوراق تكون محدودة ومنظمة كما هو الحال فى النباتات ذات النظام السوارى ويعبر عن الافتراق أو مسافة الزاوية فى العادة بكسر من المحيط . ففى النجيليات يكون الافتراق $\frac{1}{4}$ أى أن اللولب فى مروره من ورقة لأخرى يلف حول نصف محيط الساق وفى السرو (Cyprus) يكون الافتراق $\frac{1}{4}$ أما فى الكثرى والبرقوق فإن مسافة الزاوية $\frac{1}{2}$ من المحيط والافتراقات التى يغلب مشاهدتها هى $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{6}$ و $\frac{1}{8}$ و $\frac{1}{10}$ و $\frac{1}{12}$ و $\frac{1}{16}$ و $\frac{1}{20}$. وبعد الفحص يرى أن هذه الأوراق اللولبية النظام هى فى سطور طولية مستقيمة على طول السوق . والنباتات ذات الافتراق الذى يساوى $\frac{1}{4}$ المحيط يكون لها سطران وما كان الافتراق فيها $\frac{1}{3}$ ثلاثة أسطر وما كان $\frac{1}{2}$ خمسة أسطر وهلم جرا تبعاً لما يدل عليه رقم المقام من الكسور .

إذا انتخبنا أى ورقة من سطر من الأسطر وتبعنا طريق اللولب حول الساق وهو يلمس كل ورقة متتالية حتى يصل الى ورقة أخرى على نفس السطر كان عدد الورقات الملموسة من غير أن نعد الورقة التى منها ابتدأنا

مساويا لرقم المقام من الكسور الدالة على مقدار الافتراق الزاوى وكان البسط دالا على عدد اللغات الكاملة التى يسير فيها اللولب حول الساق . مثال ذلك : إذا كان افتراق زوايا الأوراق على فرع شجرة كثرى $\frac{1}{4}$ وانتخبنا ورقة بمثابة نقطة للابتداء فإن الخط اللولبي يمر مرتين حول الساق حتى يصل الى الورقة الثانية من نفس السطر وفى سيره كذلك يلمس قواعد خمس أوراق . ولكى يمكن معرفة نظام الأوراق على أى فرع يجب ملاحظة قواعد الأوراق لا النصول إذ أن موقع النصول إنما يتأثر بمؤثرات خارجية ولا سيما بالضوء وبقوة الثقل . وقد يحدث أن تلتوى السوق أثناء نموها فيترتب على ذلك انتقال الأوراق من مواضعها الطبيعية ، هذا وانتظام الأوراق على السوق يتوقف على ما فى النبات الحى من القوى الباطنية فبنمو النبات على هذه الحالة تكون جميع الأوراق معرضة بالتساوى للضوء والهواء ويكون وقوفها فى سبيل احتياجات غيرها أقل منه فيما لو كانت موزعة بلا انتظام .

تج ٣٩ : الغصن نظام الأوراق على فراخ النباتات الشائسة فى الحقول وعلى الأشجار والحشائش وصفها .

٥ — نظام البراعم (Bud-arrangement) — بما أن البراعم تنشأ عادة فى آباط الأوراق فإن نظام البراعم على الأشجار فى الشتاء يكون مشابها لنظام الأوراق فى الصيف الذى سبق .

ولا شك أن معرفة موضع البراعم ونظامها على فراخ النباتات معرفة دقيقة أمر مهم فى عملية التقليم التى يراد بها حمل البراعم على أن تفرخ فروعاً نتجة فى سبيل معينة .

٦ — اعيال الورق (Leaf-fall) أى سقوطه : "دائمة الاخضرار" (Evergreens) — فى غالب الأشجار والشجيرات ذات الأوراق العريضة التى تنمو فى المناطق المعتدلة تعيش الأوراق التى تخرج من البراعم فى الربيع مدة

فصل نمو واحد ثم تسقط جميعها قبل دخول النباتات في دور استراحة في الشتاء التالي . على أن بعض الشجيرات والأشجار تكون مكسوة بأوراق خضراء في جميع أوقات السنة . وتسمى هذه النباتات "بدائمة الاخضرار" . ففي هذه النباتات لا تنفض الأوراق المتكونة في الربيع من البراعم في فصل الخريف أو الشتاء ولكنها تبقى أحيانا بضعة فصول قبل موتها الذي يعقبه الاقبال . ويتوقف طول الزمن الذي تمكثه ورقة ما يسمى "بدائم الاخضرار" من النبات بعد نشوبها على نوع الشجرة وعلى المناخ والموقع والتربة وغير ذلك من الشروط .

ففي الحناء مثلا تبقى الأوراق في الغالب على العسايلج أثناء الشتاء وتسقط عند تفتح براعم جديدة في الربيع وفي بعض المخروطيات لا تعبل الأشجار حتى تبلغ من العمر عشرين سنين أو أكثر .

وتنفصل الورقة عادة من الفرخ الذي يحملها عند نقطة قريبة منه . وتبقى مكانها على الفرخ علامة ظاهرة تسمى "ندبة الورقة" . وتتقى المخاطر التي تنشأ من وجود جرح مفتوح بتكون طبقة واقية من الفلين فوق سطح الندبة وهذه الطبقة تنشأ قبل سقوط الورقة بالفعل بمدة ما .

وليس اقبال الورق مجرد وقوع الميت الذابل منه ولكنه عملية فيسيولوجية مستقلة لا تحصل في الأوراق التي تقتل قبل بلوغها بفعل الصقيع أو الحرارة المفرطة . وفضلا عن ذلك فإن الأوراق لا تسقط في أوائل الصيف من فروع الأشجار والشجيرات التي تنكسر أو تقطع .

نيج . ٤ : لاحظ طريقة اقبال الورق في الشائع من الشجيرات والأشجار والنفت الى ما كان منها ذا أوراق مركة . لاحظ شكل الندوب الورقية وحجمها . حاول تقدير الزمن الذي تمكثه الأوراق على أشجار التفوت (If) والحناء والصنوبر وغير ذلك من النباتات دائمة الاخضرار .

الفصل السادس

الزهرة

١ — ان الجذر والساق والأوراق الخضراء التي دار عليها البحث في الفصول الثلاثة السابقة يطلق عليها اسم "الأعضاء الخضرية" . على أننا ان كنا قد عينا منها بأمر تشريحها أو أصلها وبشكلها ونسبة بعضها الى بعض يحسن بنا أن نشير هنا الى أن العمل الذي تقوم به هذه الأعضاء لمنفعة النبات انما هو مختص على الأخص بحفظ حياة الفرد الذي يحمل هذه الأعضاء .

٢ — على أنه لا يلبث عاجلا أو آجلا أن تنشأ ازهار على النبات وظيفتها الخاصة التناسل . يتولد في هذه الأزهار بزور تشتمل على أجنة قادرة على النشوء حتى تصبح جيلا آخر من النباتات عند سنوح الفرصة .

ولا بد لنا قبل البحث في عمل الزهرة أن نتعرف شكل أجزائها وترتيبها ولذلك يجدر أن نبدا بدراسة مثل بسيط منها كزهرة الشليك الشائعة وإليك قطاعا منها (شكل ٢٩) .

في وسط الزهرة يرى محور مخروطي الشكل ذو حافة منبسطة حول قاعدته . وهذا المحور هو ملحق بالعتكال أو السويقة الزهرية يسمى "الحامل الزهرى" (Receptacle) أو "قرص الزهرة" (Torus) . وعليه يوجد عدد كبير من الروائد الجانبية مرتبا ترتيبا خاصا ويوجد من هذه الروائد أربعة أشكال . فأدناها أى أبعداها من قمة القرص زوائد خضراء في لونها وتشبه في ظاهرها أوراقا

أوراق. على أن أجزائها جميعها قد تنوعت لتقوم بمهمة تكوين البزور. ومشايتها لفرخ نباتى بسيط ذى سلاميات قصيرة غير مدركة لأوّل وهلة وإنما يظهر ذلك من درس أصلها وموضعها على النبات ومن خص الأزهار التى تشوها الظروف. تشغل الزهرة من النبات مكان فرخ منه وهى تنشأ إما على قمة ساق أو فى أبط ورقة. وقرصها، وإن كان يقف فى العادة عن النمو فى زمن قريب، يستمر فى نموه فى الغالب من خلال مركز الزهرة ويتكشف بعد ذلك عن فرخ نباتى مورق. وتشغل السبلات والبتلات والأوابر والقربلات مكان الأوراق على القرص أو محور الزهرة. وهى زوائد جانبية من القرص تعرف "بالأوراق الزهرية" (Floral leaves). وزد على ذلك أن الصورة الوردية فى السبلات والبتلات تكون فى العادة ظاهرة. وفما يسمى بالأزهار المزدوجة تبدوا الأوابر والقربلات بعضها أو كلها كأنها بتلات.

٤ — نظام الأوراق الزهرية وتناظرها وعددها : إذا انتظمت الأوراق الزهرية جميعها فى أساور سميت الزهرة "سوارية" (Cyclic) فإذا كانت على خط لولبى على القرص سميت "غير سوارية" (Acylic) ويطلق لفظ "نصف سوارية" (Hemicyclic) على ما كان نصف أوراقها على شكل سوار ونصفها على شكل لولب.

وفى العادة تكون الأساور المتوالية متبادلة بعضها مع بعض. فالبتلات مثلا لا تكون بازاء السبلات بل تشغل المسافات الكائنة بين الواحدة والى قبلها من السبلات وكذلك الأسدية تتبادل مع البتلات وتتبادل القربلات مع الأسدية.

وكثيرا ما تكون أفراد كل سوار منفرد متشابهة فى أشكالها وحجمها. فإذا كانت الزهرة كذلك سميت "منتظمة" فأما إذا لم يكن الأمر كذلك كما فى البازلاء

بسيطة صغيرة سوية سليمة وهذه متصلة بالسطح الأسفل من الحافة المنبسطة. ويوجد من هذه الزوائد عشر مرتبة فى سوارين كل منهما يشمل خمسا. والسواران أحدهما فوق الآخر. فالسوار الأعلى يسمى "كأس الزهرة" (Calyx) وكل عضو من مكوناته يسمى "سبلة" (Sepal) ويسمى السوار الأسفل "بالكأس السفلى".

ويوجد فوق السبلة مباشرة خمس أوراق بيضاء عريضة متعاقبة مع السبلات وموضوعة على حد الحافة المنبسطة. هذه الأوراق هى البتلات (Petals) التى يتكون من مجموعها تويج الزهرة (Corolla).

فى باطن سوار البتلات توجد الأسدية أو الأوابر (Stamens) ^(١) وهى عديدة. وتشتمل كل سداة أو آبرة على ساق أشبه شئ بالخيط وهذه الساق تحمل على طرفها جسما صغيرا منتفعا. ومجموع الأسدية أو الأوابر يسمى "الاندرسيوم" (Andrium).

وفى مركز الزهرة على الجزء المخروطى المرتفع من القرص يوجد متسق من أجسام صغيرة خضراء اللون أو سمرء على شكل الدورق وكل منها أجوف. هنا أى فى باطن هذه الأجسام الدورية تتكون بزور النبات وكل من هذه الأجسام يسمى "القربلة" (Carpel) ويسمى مجموع هذه القربلات "بجيناسيوم الزهرة" (Gynœcium) ^(٢) أى خدر الزهرة.

٣ — هذا وزهرة النبات وإن كانت مختلفة من وجوه عدة عن أى شئ فخصناه فيما سبق إلا أنها فى الحقيقة شكل من أشكال الفرخ البسيط أو الساق عليها

(١) من أبر النخل أى أمده بالطلع (المغرب)

(٢) جيناسيوم معناه بيت المرأة — كذا فسرّه صاحب القاموس النباتى فلا جناح أن نسميها "خدرا" (الخدريّة المرأة). المغرب.

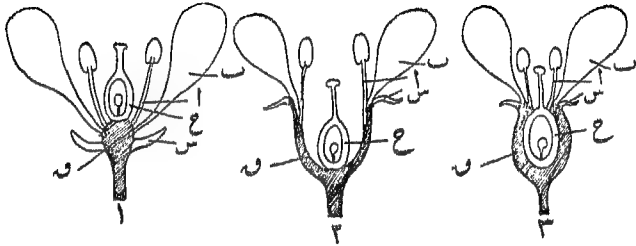
والبنفسج حيث يكون بعض البتلات أكبر من بعض فالزهرة إذ ذاك تسمى "غير منتظمة".

وكل تلك الأزهار التي يمكن أن تقسم نصفين متساويين ومتشابهين بمستوى يمر وسط محور القرص تسمى "متناظرة" (Symmetrical) والأزهار المنتظمة يمكن أن تقسم في العادة نصفين بواسطة مستويات تمر وسط المحور في جهات مختلفة عدة وتسمى "أزهارا متشعبة" (Actinomorphic) أو كوكبية ومن الأمثلة على ذلك زهرة "الاستلاريا" (Stellaria) والخشخاش والكرنب . فأما ما يمكن تقسيمه قسمين متساويين في اتجاه واحد فقط فتسمى (Zygomorphic) أو فلقية مثل زهر الفول والبازلاء .

وعدد الأفراد المكونة لكل سوار في الزهرة عرضة لكثير من التغيرات ولكن سيبتين أن كل سوار من ذوات الفلقة المفردة من النباتات يشتمل على ثلاث ورقات زهرية أو على مضاعف بسيط لهذا العدد (مثل ستة وتسعة) . فأما في ذوات الفلقتين من النباتات فالأوراق الزهرية تكون رباع أو خماس . والزهرة الأنموذجية التي سبق شرحها تشتمل على أربعة أنواع من الأوراق الزهرية متميزة بعضها عن بعض . وتسمى "زهرة كاملة" وقد توجد أزهار يكون مفقودا منها متسق واحد أو أكثر من الأوراق الزهرية سواء كان ذلك المتسق هو الكأس أو التويج أو الأندروسيوم أو خدر الزهرة . فإذا وجد مثل هذا فالزهرة إذ ذاك تسمى "غير كاملة" . مثال ذلك : زهر الخروع والصفصاف .

٥ - القرص الزهرى - يكون القرص الزهرى في الكرنب محورا مخروطيا وتكون أساور الأوراق الزهرية مرتبة عليه دلى مستويات متدرجة الى أعلا ويكون خدر الزهرة في أعلى نقطها والكأس في أدناها وبينهما التويج والاندروسيوم .

(شكل ٢٩)



(شكل ٣٠)

قطاع رأسى يافى مارفى (١) زهرة هيبوجينية أى سفلية الالتحام ؛ (٢) زهرة برهيجينية أى دائرية الالتحام ؛ (٣) زهرة ابيجينية أى علوية الالتحام (ق) القرص الزهرى (س) سبلة الكأس (ب) بتلة التويج (أ) سداة من مجمع الاسدية أى المأبر (خ) خدر .

والقرص في كثير من الأحوال أغلظ من هذا وأقصر ولكن الموضع النسبي للأجزاء التي عليه يكون واحدا وللازهار التي كزهرة الكرب، والخشخاش والفجل تويجات واندر وسيومات مغروزة على القرص عند مستوى أدنى من الخدر ومفصولة عنه تسمى "هيبوجينية" (Hypogynous) أى سفلية الالتحام ويوصف الخدر إذ ذاك بأنه علوى (رقم ١ . شكل ٣٠) .

في الشمس تقف قمة القرص عن النمو مبكرة ، ولكن الأجزاء التي تكون تحت القمة تنمو حولها وتكون إذ ذاك بخوة على شكل حوض توجد الكأس والتويج الأسدية مصفوفة على حافته .

والخدر وهو مكون من قربة بسيطة منفصلة . موضوع عند قاع هذا القرص الأجوف (رقم ٢ . شكل ٣٠) إذ أن هذه النقطة هي القمة الحقيقية من المحور الزهري .

فالأزهار التي يكون فيها التويج الأسدية مرتبة على حافة قرص أجوف قليلا أو كثيرا ومحيطه بالخدر المنفصل تسمى "بريجينية" (Perigynous) بريحية أى دائرة الالتحام ويوصف الخدر إذ ذاك بأنه علوى كما في الازهار الهيبوجينية (السفلية الالتحام) ومن الأمثلة على ذلك أزهار البرقوق والشليك . وجزء القرص الذي يحمل الخدر في الشليك كتلة صلبة ، ولكن باقى القرص يكون حول هذا الخدر حافة منبسطة تحمل البتلات الأسدية .

وفي بعض الأزهار يكون القرص أجوف كما في الشمس ولكن القربلات تكون في هذه الحالة مكتنفة بجدران القرص اكتنافا وملتصقة به التصاقا تاما لاسائبة منه حتى يبدو القرص والخدر كأنهما جسم واحد وتكون مبيضات القربلات دفيئة في القرص لا تظهر منها إلا مياسمها (Stigmas) وتكون أجزائها

الثابتة“ (Persistent) . والكأس فى العادة خضراء اللون ولكن ربما تلونت بلون آخر فسميت ”بتلية“ (Petaloid) والكأس التى تشتمل على سبلات سائبات كما فى زهرة الكرنب يقال لها سائبة السبلات (Polysepalous) أما ما كانت سبلاتها متحدة كما فى زهرة الباذلاء فتسمى ”متحدة السبلات“ (Gamosepalous) .

أما فى الجعضيض وعباد الشمس والطرطوقة وغيرها من نباتات الفصيلة المركبة (Compositae) فتكون الكأس على شكل حلقة من الشعر تعرف ”بالكأس“ الزغبية (Pappus) وهذه تستكمل نموها بعد ذبول التويج مباشرة وتساعد الريح على حمل البزور فى عليها الى مسافات بعيدة .

٨ — التويج — هذا الجزء من الزهرة يكون فى العادة زاهرا اللون ووظيفته جذب الحشرات وإذا كانت البتلات المكونة له منفردة بعضها عن بعض كما فى زهر الشليك والورد سمي التويج ”سائب البتلات“ (Polypetalous) فأما اذا كانت البتلات متحدة فالتويج يسمى ”متحد البتلات“ (Gamopetalous) كما فى زهرة العليق ، والداتورة .

الأجزاء الأساسية من الزهرة

٩ — الاندروسيوم (المأبر) والجينييسوم (الخدر) مختصان مباشرة بتكوين البزور كما سيأتى القول (فصل ٢٢) وتسمى لذلك ”بالأجزاء الأساسية من الزهرة“ .

١٠ — المأبر — يشتمل المأبر على أوابر أى أسدية كل منها كما سبق القول ورقة معدولة وان كان ظاهرها وبنائها مخالفا جدا لخالفه للبتلات والسبلات المكونة للكم . والسداة تشتمل فى العادة على جزء كثير الاستطالة أو قليلا أشبه شئ بالخيط يسمى ”الخويط“ (Filament) . يحيط به جزء أسمك منتفخ يسمى ”المنك“ (Anther) (شكل ٣١) . والمنك يشتمل على

العليا منفصلة بعضها عن بعض . فى مثل هذه الأزهار تلوح السبلات والبتلات والأسدية كأنها قد تكونت على الجزء الأعلى من الخدر أو على مبيضه والحقيقة أنها تخرج من القرص الذى يحيط بالمبيض جميعه ويكون متحدا به اتحادا تاما . والأزهار التى من هذا النوع تسمى ”أبيجينية“ (Epigynous) أى فوقية الالتحام ويكون الخدر إذ ذاك سفليا (رقم ٢ . شكل ٣٠) .

ومن الأمثلة على ذلك أزهار التفاح والكبرى والجوافة والجزر . ولا يمكن معرفة حدود الخدر والقرص على حقيقةتها أو رؤيتها فى الأزهار المستحكمة النمو . وفى بعض الأحوال لا تمكن التفريق بينهما على أن الوصف السابق والرسم التخطيطى (شكل ٣٠) كافيان لمساعدة الطالب على تمييز الأزهار الفوقية الالتحام من سفليته ودائريته .

٦ — الأجزاء غير الأساسية من الزهرة: الكم (Perianth) — أساور الكأس والتويج من الأوراق الزهرية تكون ما يسمى ”كم الزهرة“ (Perianth) . وبما أنها لا عمل لها مباشرة فى تكوين البزور فقد سميت ”بالأجزاء غير الأساسية من الزهرة“ .

وإذا كانت أحد أساور الكم مفقودا كما فى زهرة الزربيج (فسا الكلاب) (Chenopodium) . وشقائق النعمان سميت الزهرة وحييدة السوار (Honochlamydeous) وإذا غاب منه كلا الكأس والتويج سميت الزهرة ”عارية“ أو ”عاطلة“ (Achlamydeous) كما هو الحال فى أزهار الصفصاف .

٧ — الكأس — تكون الكأس غطاء واقيا لباقي أجزاء الزهرة فى طفولتها وهذه الكأس إما أن تسقط عند تفتح الزهرة وتسمى إذ ذاك ”بالكأس الساقطة“ (Caducous) أو تبقى ملتصقة بالقرص لمدة غير محدودة فتسمى ”بالكأس

نصفين مستطيلين نوعا هما فصا المتك (Anther-Iobes) (أ) وهذان متآزيان في العادة على الجزء الأعلى من الخويط . وجزء الخويط الذى يصل الفصين بعضهما ببعض يسمى "الرابط" (ر) .

وفي باطن كل فص متك على استطالته حجرتان أو تجويفان يسمى كل منهما "وعاء الطلع" (Pollen-sacs) يتولد اللقاح فيهما عادة على شكل حبوب سائبة كرية أو بيضية تسمى "الكفرى" أو "حبوب اللقاح" . وهذه الحبوب تكون وهى فى حالة الطفولة محصورة فى فصى المتك حصرا تاما ولكن بعد ابتسام الزهرة بزمن ما يتمزق الحاجز الكائن بين وعائى الطلع وينفتح فصا المتك بشقين طويلين على طول الحمة الوعائين . (ب . شكل ٣١) فتنتطلق حبوب اللقاح على شكل دقيق وفى بعض الأحوال تنبثق حبوب اللقاح من مسام أشبه شئ بالصمام بالقرب من رأس المتك .

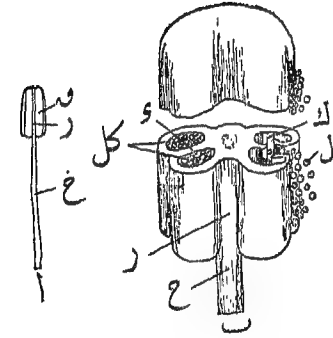
ويغلب أن تكون الأسدية ظاهرة وسائبة تماما بعضها من بعض كما فى زهرة الشليك ، ولكن خويطات الأسدية فى بعض الأزهار تكون متحدة ولا يكون سائبا منها إلا المتوك . فإذا كانت الخويطات كلها متحدة سميت الأسدية "وحيدة الحزم الخويطية" (Monadelphous) فأما إذا كانت هناك رزمتان من الأسدية المتحدة أو أكثر سميت "ثنائية الحزم الخويطية" (Diadelphous) و"متعددة الحزم الخويطية" (Polyadelphous) على التوالى .

فى أزهار الطرطوفة وعباد الشمس والقرطم والعصفر والخس وأكثر نباتات الفصيلة المركبة تكون المتوك متحدة والخويطات سائبة ومثل هذه الأسدية تسمى "حلقية" (Syngenesious) .

والأسدية المتصلة بالبتلات كما فى زهرة البطاطس تسمى "مندغمة" (Epipetalous) فيها .

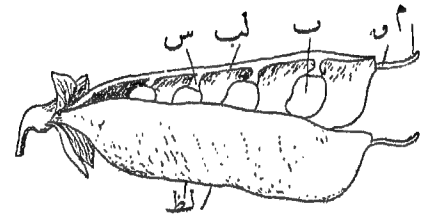
١١ - الخدر - الخدر مكون من قربلات كل منها يشتمل في العادة على ثلاثة أجزاء (١) جزء أجوف متنفخ يقال له "المبيض" (Ovary) (٢) جزء رفيع مستطيل قليلا أو كثيرا يسمى "القلم" (Style) يوجد (٣) الميسم (Stigma) على رأسه. وفي كثير من الأحوال يكون القلم مفقودا وعلى ذلك يكون الميسم جالسا (Sessile) على الجزء العلوى من المبيض مباشرة. وفي جوف المبيض توجد أجسام صغيرة كرية الشكل أو بيضية تسمى "بيضات" (Ovules) وهذه تنمو وترتقى بطرؤف خاصة سندا كرها بعد حتى تصبح بزورا. والجزء الكائن في المبيض والذي تكون البيضات محمولة عليه يسمى "بالمشيمة" (Placenta). وقد تعتبر القربلة ورقة مطوية على استطالة العير وملتحمة عند حافتيها. ويسمى الخط المعادل للحافتين الملتحمتين من الورقة "لحام القربلة البطنى" أو "الانسى" (Ventral suture) وعلى استطالة هذا اللحام تكون البيضات متصلة في صفين يتبع كل حافة منهما صف. والخط المعادل لعير الورقة المطوية يسمى "باللحام الظهري" أو "الوحشى" (Dorsal suture) هذه الأجزاء يمكن رؤيتها مباشرة في قرنة البازلاء (شكل ٣٢) التى تشبه ورقة خضراء مطوية شها كبيرا.

وقد يشتمل الخدر على قربلات منفصلة كما في الورد والشليك وفي هذه الحالة يسمى "سائب القربلات" (Apocarpous) ولكن يغلب اتحاد القربلات ويسمى الخدر لذلك "متحد القربلات" (Syncarpous) (رقم ٢. شكل ٣٣) ومقدار الاتحاد بين القربلات مختلف ولكن تكثر غلبة الاتحاد المبيضات اتحادا تاما حتى تكون مبيضا واحدا مشتركا. وفي هذه الأحوال تكون الأقلام في العادة متحدة وتكون قلميها واحدا مشتركا وتبقى المياسم المقابلة لها سائبة وإذا التحمت قربلات الخدر المتحد بجافتها كما في رقم ٣. شكل (٣٣) فانه



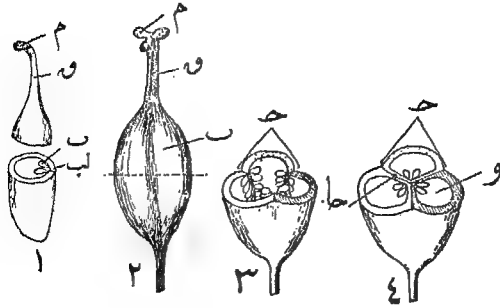
(شكل ٣١)

(أ) شكل عاى من السداة: (خ) خويط (ف) نص منكى (ر) الرابط. (ب) مظهر بناء السداة من الداخل (خ) خويط (ر) الرابط على جانبيه الفصان المنكبان، (كل) كيسا اللقاح بينهما حاجز (د) والمنك صغير السن؛ وفي اليمين يرى الفص المنكى وقد نشق وأطلق حبوب اللقاح (ل)، (ك) كيس لقاح فارغ.



(شكل ٣٢)

قرنة بازلاء (قربلة مفردة). لب = لحام بطنى أو انسى، لظ = لحام ظهري أو وحشى، ق = قلم، م = سطح ميسم، س = سر البزرة، ب = بزرة.



(شكل ٣٣)

(١) خدر مركب من قربة واحدة . لب = لحام بطنى ، ب = بيضات ، ق = قلم
 ، م = ميسم (٢) خدر متحد القربلات مركب من ثلاث قربلات متحدة اتحادا تاما ، ب
 = ميسم ، ق = قلم ، م = ميسم . (٣) قطاع عرضى من خدر متحد القربلات مبيضة
 وحيد الجوف . ح = امتداد احدى القربلات المتحدة ؛ وترى البيضات على مشيمات
 جدارية .

(٤) قطاع عرضى من خدر متحد القربلات مثاث الأجواف . و = جوف ؛ ح = حاجز
 ، ح = امتداد قربة متحدة . وترى البيضات على مشيمات محورية .

لا يكون للبيض إلا تجويف واحد يسمى المبيض حينئذ "وحيد الجوف" (Unilocular) وقد تكون القربلات في غير ذلك مطوية بحيث تتقابل الحافات في وسط المبيض وتكون الأجزاء المتحدة حواجز (Dissepiments) تقسم المبيض المشترك تجاويف عدة (رقم ٤ . شكل ٣٣) وتسمى هذه المبيضات "متعددة الأجواف" (Multilocular) ويعادل كل جوف منها قربة مستقلة .

وقد لا يكون عدد التجاويف داخل المبيض معادلا لعدد القربلات الموجودة فيه لوجود حواجز لم تكون من اتحاد جدارى قريبتين متجاورتين بل من نمو جزء من جدار المبيض الى الداخل فاذا كان الأمر كذلك سميت الحواجز "كاذبة" . ومن الأمثلة عليها الفاصل الذى يقسم المبيض فى الفصيلة الصليبية .

٢١ - "النظام المشيمى" (Placentation) ان نظام المشيمات أو النقط التى تنشأ منها البويضات داخل المبيض يقال له "النظام المشيمى" . فاذا كانت البيضات متسقة فى صفوف على جدار المبيض كما فى رقم ٣ . شكل (٣٨) سمي النظام "جداريا" (Parietal) .

وفى المبيضات المتعددة الأجواف كما فى رقم ٤ . شكل (٣٣) تكون البيضات فى العادة فى الزوايا الحادثة عند المركز من اتحاد حافات القربلات ويسمى النظام المشيمى إذ ذاك "محوريا" (Axile) .

وفى الفصائل النباتية التى منها عين الجمل والاستلاريا تكون البيضات متصلة بالمشيمة وهذه تنشأ على شكل عمود قصير من قاعدة المبيض وليس لها اتصال بالجوانب ويعرف هذا النظام "بالنظام المشيمى المركزى السائب" (Free Central Placentation) .

١٣ — متحدة الجنس ومنفردة الجنس من الأزهار : إذا وجد في الزهرة الواحدة كلا الجزئين الأساسيين "المأبر" و"الخدر" سميت "متحدة الجنس" (Monoclinous) كما هو الحال في الشليك والجرجير والقطن وغالب أنواع النباتات الشائعة . وقد يقال لها أحيانا "كاملة" أو "خنثى" (Hermaphrodite) أو "ثنائية الجنس" .

وقد يفقد من بعض الأزهار مثل أزهار الخيار والقاون والخروع والصفصاف أحد الجزئين الأساسيين فتسمى الزهرة "منفردة الجنس" (Diclinous) أو "غير كاملة" أو "أحادية الجنس" وقد تكون الأزهار الأحادية الجنس من نوعين : (١) أزهارا يكون فيها المأبر وحده موجودا وتسمى "سداتية" أو "أزهارا ذكرية" (٢) أزهارا لا يوجد فيها إلا الخدر ويقال لها "قربلية" أو "مدقية" أو "أنثية" .

وإذا وجد كلا نوعي الأزهار الأحادية الجنس على نفس النبات كما هو الحال في الخيار والذرة يسمى النبات "مستقل الجنس" (Monœcious) أما النباتات التي كالباياز والصفصاف التي ينشأ بها نوعا الأزهار المنفردة على فردين منها فتسمى بالنباتات غير مستقلة الجنس (Dioecious) .

تج ٤١ : يجب على التلميذ أن يفحص عددا كبيرا من الأزهار ويلاحظ خواص القرص والكأس والتويج ومجموعة الأسدية والخدر في كل منها ويلاحظ نظام البويضات داخل المبيض . وعليه أن يتعرف بالدقة كل الألفاظ الاصطلاحية التي استعملت في هذا الفصل .

تج ٤٢ : الفص زهرة الفول والبالزاء والمشمش والشليك والتفاح والشقيق والقرع والخيار والطاطم والصفصاف والخروع والتين والذرة والقمح وكل ما اتصل إليه اليد .

وبين أى هذه متحد الجنس وأيا منفردة وإذا كان منفرد الجنس فهل النباتات مستقلة الجنس أم غير مستقلة ؟

الفصل السابع

النورة (Inflorescence)

تحمل الأزهار فى كثير من النباتات مفردة طرفية فى نهاية المحور الأسمى كما فى الخشخاش أو تحمل وهى مفردة جانبية فى أباط الأوراق الخوصية من الساق أو فروعه كما فى نبات الأناجاليس (Anagallis) والهيبسكوس (Hibiscus). مثل هذه الأزهار تسمى "وحيدة".

على أن الأزهار تكون فى أغلب الأحوال مجمعة ومحتشدة على فرخ خاص أو محور من النبات كما هو الحال فى الفول والبرسيم والبصل ويعرف مثل هذا الفرع وأزهاره "بالنورة" وتعرف أوراق هذا الفرخ التى نشأت الأزهار فى أباطها "بالقنابات" (Bracts) أنظر (صفحة ٥٩) ويسمى محور النورة "بالعذق" أو "الشمراخ" (Peduncle) وكل من متفرعاتها "بالقمع" (Pedicel) (ب. شكل ٣٤) والأجسام الشبيهة بالأوراق الكائنة على هذه القموع تسمى "القنبيات" (Bracteoles) ومن النورة أشكال كثيرة تختلف فى طريقة تفرعها وفى طول محاورها وغلظها وكذا فى وجود قموعها وعدمها وغير ذلك وتنقسم النورات قسمين : (١) نورات غير محدودة (٢) نورات محدودة : تبعا لطرق التفرع المذكورة فى صفحتى (٣٧ و٣٨)

١ - النورات غير المحدودة - فى هذا النوع يحمل المحور الأسمى أو الشمراخ أزهارا جانبية جالسة (Sessile) أو أزهارا لها قموع وكلاهما نام على التعاقب القمى أى أن أصغر الأزهار يكون أقربها من القمة وأكبرها أقربها من قاعدة الشمراخ فإذا كانت الأزهار جالسة أو كانت محمولة على القموع

مباشرة أى على الفروع الجانبية التى من الدرجة الأولى سميت النورة "بسيطة" فأما اذا تفرع المحور الأصلى غير مرة قبل أن يحمل الأزهار فالنورة مركبة (شكل ٣٦) .

(١) النورات البسيطة غير المحدودة في هذه النورات يحمل المحور الأصلي أزهارا إما جالسة أو ذات قمع :

(١) نورات ذات محور مستطيل وأزهار جالسة .

السنبلة (The Spike) - (رقم ١٠ شكل ٣٤) وترى في نبات لسان الحمل .

وأجزاء النورة في أكثر النجيليات سنابل صغيرة أى سنيابلات .

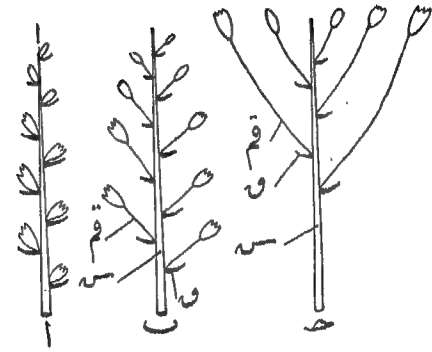
الاجرريض (Spadix) - نوع من السنابل له محور شحم ثخين وقد يشتمل على قنابات كبيرة تسمى "الكفرى" (Spathe) كما فى النخيل والزنبق البوقى .
الهرية (Catkin) - نورة سنبلية الشكل تحمل أزهارا أحادية الجنس
(Unisexual) وتوجد الهرية السداتية وكذا الهرية القربلية على فراخ الصفصاف .

وفي بعض النباتات تكون الهريات نورات مركبة .

(٢) نورات ذات محور مستطيل وأزهار ذات أعواد .

العنقود (Raceme) - (رقم ٢. شكل ٣٤). في هذا النوع من النورة تكون الأزهار على الساق متساوية الطول تقريبا ومن الأمثلة على ذلك نورات المنتور والسنايدر ارجون (Snapdragon) والميجنونيت (Mignonette).

والقنو (Corymb) - (رقم ٣. شكل ٣٤) نورة قنوعها مختلفة الطول فما كان منها عند القاعدة فهو أطولها ثم تتلوها بقوع أقصر منها على التصاعد . وتكون فيه الأزهار جميعها على منسوب واحد تقريبا . ومن أمثلة ذلك ما يوجد في كثير من نباتات الفصيلة الصليبية .



(شکل ۳۴)

نورة غير محدودة ذات محور مستطيل .

(أ) السنبلة . (ب) العنقود . (ح) القنو ؛ ق = قنابة ؛ ش = شمرخ ؛ قم = قمح .



(شکل ۳۵)

نورات غير محدودة ذات محاور قصيرة . (١) هامة . ق = قرص زهرى ؛ ط = فلاة
الهامة ؛ ن = قنبلة قشرية الشكل أى الأنب . (٢) خيمة بسيطة ؛ ط = فلاة القنابات .

(٣) نورات ذات محور قصيرة وأزهار جالسة .

الهامة (Capitulum) - (رقم ١ . شكل ٣٥) تشتمل على شمراخ قصير غليظ يسمى "القرص" (Receptacle) (١) عليه أزهار جالسة صغيرة محتشدة بعضها الى جانب بعض ومن أمثلتها ما يوجد في نبات الخرشوف ونبات الجعصيص والفصيلة المركبة بأجمعها . ويحيط في العادة واحد أو أكثر من أساور متكاثفة من القنابات بكل الهامة وتسمى هذه الأساور مجتمعة "بقلافة الهامة" (Involucre) وكثير ما ترى قنابة صغيرة أشبه بقشرة السمك تسمى "الاتب" (Palea) مرتفقة بكل زهرة من أزهار الهامة .

(٤) نورات ذات محور قصير وأزهار ذات أعواد .

الخيمة (Umbel) - (رقم ٢ . شكل ٣٥) في هذا النوع يكون المحور الأصلي قصيرا ويحمل عددا من الأزهار ذات أعواد أى قموع من طول واحد ومثالها نورة حبل المساكين (Ivy) والبصل . (ب) النورات المركبة غير المحدودة في هذه النورات لا يحمل المحور الأصلي أزهارا جالسة أو ذات أعواد مباشرة ولكنه يحمل فروعا جانبية هى في ذاتها نورات .

(١) نورات ذات محور أصلى مستطيل .

الدالية (Panicle) - (رقم ١ . شكل ٣٦) في هذا النوع من النورات المركبة تكون الفروع الجانبية للمحور الأصلي عناقيد أى نورات غير محدودة وأكثر تعقدا في تفرعها ولها أزهار ذات أعواد . مثال ذلك : نورة العنب .

السنبلة المركبة - (رقم ٢ . شكل ٣٦) تحمل نورات جانبية كل منها سنبلة ومثال ذلك : نورة القمح وفي كثير من النجيليات الأخرى تكون النورات دوالى من السنبيلات ولكن يطلق عليها اسم "دوالى" فقط .

(٢) نورات ذات محاور قصيرة .

الخيمة المركبة — (رقم ٣ . شكل ٣٦) في هذا النوع من النورة المركبة تكون النورة الجانبية مرصوفة على شكل خيمة وكل نورة في ذاتها خيمة بسيطة وأمثال ذلك توار الجزر والبقدونس وكل أفراد الفصيلة الخيمية تقريبا .

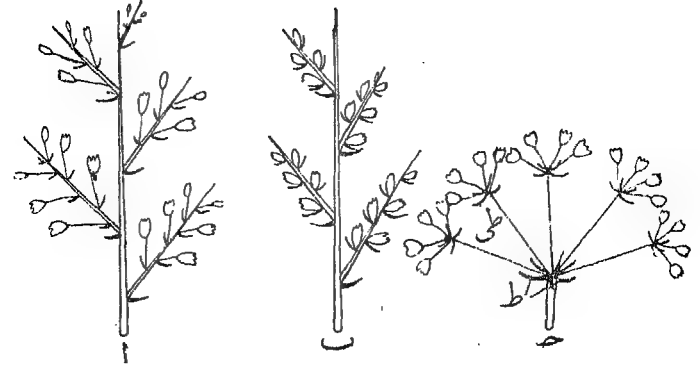
٢ — نورات محدودة — في هذا الصنف من النورات ينتهي المحور الأصلي بزهرة وعلى ذلك يقف نموه . فاما اذا نشأت أزهار أخرى على المحور فلا بد من خروجها من البراعم المحورية الجانبية تحت القمة . وفي العادة يحمل كل محور فرعا أو اثنين أو بضع فروع فقط تنمو بشدة وتعلو الفرع الأصلي . وهذه المحاور الجانبية تنتهي بأزهار وتكرر عين هذا النسق من التفريع وتتفتح الزهرة النهائية من المحور الأصلي أولا ثم تتبعها الأزهار التي على نهاية المحاور الثانوية ثم الثالثة وهلم جرا على التعاقب المنتظم .

وهناك صنف من النورات المحدودة المعقدة وأشيع هذه وأبسطها ما يأتي :

(١) وحيد الشعبة الكاذبة (Monochasium) — (ا و ب . شكل ٣٧) في هذا الصنف يكون لكل من المحور الأصلي وفروعه المتتابعة فرع جانبي واحد . مثال ذلك : نوار الويمجانديا (Wigandia) ونوار التراد سكانتيا (Tradescanti) .

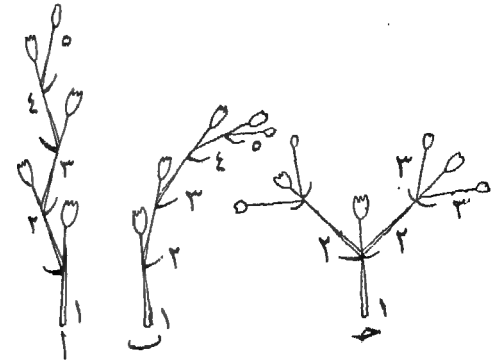
(٢) كاذب الشعبتين (Dichasium) — (ح . شكل ٣٧) في هذا الصنف يكون للمحور الأصلي فرعان جانبيان ويحمل كل من هذين فرعين آخرين . مثال ذلك : نوار الغسول (استلاتريا) .

(٣) كاذب الشعب (Polychasium) — في هذا الصنف يخرج فرعان ثانويان أو أكثر من المحور الأصلي تحت كل زهرة من أزهار النورة . مثال ذلك : نورة اليوفوربيا .



(شكل ٣٦)

(ا) نورة مركبة . الدالية أو المنقود المركب . (ب) السنبلة المركبة . (ح) الخيمة المركبة .
ط = فلاة ، طى = قليفة .



(شكل ٣٧)

نورات محدودة . ا ، ب = وحيد الشعبة الكاذبة . ح = كاذب الشعبتين . ١ . المحور
الأصلي ، ٢ (٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥) محاور النظام الثاني والثالث والرابع والخامس على التوالي .

٣ - النورات المختلطة - توجد النورات المختلطة حيث تكون الفروع الأولى من المحور الأصلية مرتبة ترتيبا غير محدود بينما تكون الفروع التالية محدودة وبالعكس .

تج ٤٢ : على التليذ أن يفحص من النورات ما يمكن أن تصل اليه يده من النباتات وبين أيها غير محدود وأياها محدود وعليه أن يلتفت بنوع خاص الى موضع القنابات حيث وجدت . ولا بد له أن يعلم أنه يوجد كثير من النورات المعقدة لم تعط لها أسماء . وعليه أن يدرس تركيب النورات البسيطة غير المحدودة والمحدودة ويتعرف أسمائها بالذمة .

الفصل الثامن

الثمار ونثر البزور

١ - تنشأ الثمرة من زهرة النبات بعد تمام عملية فيسيولوجية تعرف "بالأخصاب" (Fertilisation) وهذه العملية لا يمكن شرحها تمام الشرح والابانة عن تأثيرها إلا بعد أن يكون الطالب قد عرف كل دقائق أجزاء بنية النبات ولذلك أرجأناها الى الفصل الثانى والعشرين .

على أنه يكفى هنا أن ندل على أن هذه العملية هى اتحاد مقدار ما من محتويات حبة الطلع أو اللقاح بجسم دقيق يسمى "الخلية الانثوية" أو "الخلية البيضوية" (Eggcell) . وهذه كائنة داخل البيضبة (Ovule) التى تنمو بعد عملية الاخصاب حتى تصبح بذرة وبعد حصول الاخصاب يسقط المابر والتويج أو يذبلان وقد تسقط الكأس أيضا أما الميسم وقلم الخدر . فيذبلان فى العادة ولكن المبيض يبقى فى كل الأحوال وينمو نموًا كبيرا ليسمح للبزور

الموجودة به بسرعة النمو وإذا بلغ الخدر أقصى حالات نموه ونضجت البزور الموجودة فى مبيضه سمي "ثمرة النبات" . وكونت جدران قرلبة الخدر الناضج المشتملة على البزور والواقية لها ما يسمى "بالپريكارب" (Pericarp) أو وعاء الثمرة .

هذا ويجب أن يلاحظ أن لفظ "ثمرة" فى العرف يطلق على عديد من الأجزاء المختلفة من النباتات مع أن هذه الأجزاء لاعلاقة لها بخدر الزهرة وهو ناضج وعلى ذلك فهى ليست ثمارا بالمعنى النباتى الصحيح فالجزء النضر الصالح للأكل من الشليك والتفاح مثلا هو تحت الزهرة مكبرا أما الثمرة الحقيقية فى الأول فهى الأجسام الصغيرة الشبيهة بالبزور "الكينات" رصعت على التخت أما خدر التفاح وهو ناضج فهو القلب (Core)

والطماطم والقرع والخيار هى ثمار حقيقية أى أنها نواتج الخدر فقط وان أطلق عليها فى العرف اسم "خضروات" . ويطلق لفظ "ثمرة كاذبة" (Pseudocarp) على تلك الأجسام التى تشبه التفاح والشليك والتين والتوت وهى الناتجة من زهرة أو نورة ولكنها تشتمل على الخدر ومحتوياته مضافا اليه أشياء أخر .

٢ - لا يزال الأمر يحتاج الى تقسيم الثمار تقسيما وافيا وإلى تسميتها على أنه يمكن تقسيم الثمار الى الطوائف الأربعة الآتية وفاقا لنوع نسيج الوعاء الثمرى والطريقة التى تخلص بها البزور من الثمار :

(١) الثمار الجالفة غير القابلة للتفتح (Indehiscent) - فى هذه الثمار يكون الوعاء جافا وخشيبا أو جلدى النسيج ولا ينشق أو يتفتح على امتداد أى خط معين وإنما تخلص البذرة منها بعد أن يبلى الوعاء وبما أن

الوقاية اللازمة للجنيين ولخزائن غذائه من مختلف التأثيرات المناخية ومن أذى الحيوانات يقوم بها الوعاء لصلايته فان قصرة البزرة (Testa) ذاتها تكون رقيقة في هذه الثمار عادة .

وهالك أشيع صور الثمار الداخلة في هذا القسم :

(١) البندقية (Nut) — ثمرة ذات بزرة واحدة لها وعاء خشبي وهي متولدة من مبيض سنبل ملتحم (Syncarpous) مثال ذلك : البندق المعروف .
وأثمار الفصيلة المركبة تسمى "سيپسلا" (Cypselas) وهي نوع من البندق ناشئ من مبيض سفلي ملتحم ذي قريبتين وعاءه رقيق ويشتمل على بزرة واحدة وكثيرا ما توجد فيه الكأس على شكل زغب أى وبر .

(ب) الأكين (Achene) — ثمرة ذات بزرة واحدة لها وعاء جلدي رقيق متولد من مبيض علوي منفصل القربلات، أبوكربي (Apocarpous) مثال ذلك : ثمرة "الراننكيولاس" (Ranunculus) شقائق النعمان والورد والشليك .
وفي الورد تكون الأكينات أو الثمار الصادقة محتواة في جوف التخث وهذا التخث عند نضجه يكون قرمزي اللون ناعما أما في الشليك فان التخث يكون عصيريا والثمار الصادقة هي الأكينات الصغيرة المرصعة عليه .

(ج) البزرة (Caryopsis) — ثمرة عليا ذات بزرة واحدة وتشبه الأكين ولكن بدلا من أن تكون هذه البزرة خالصة كما في الأكين تكون متحمة مع الوعاء الثمرى ومن هذا النوع ثمار النجيليات .

(د) الثمر الجناحي أو "السمارة" (Samara) — تشبه الأكين ولكن يكون للوعاء فيها زوائد أشبه بالأجنحة . مثال ذلك : ثمرة الايلانثس (Ailanthus) .

(٢) الثمار الشيزوكاربية (Schizocarps) — هي ثمار جافة ملتحمة القربلات اذا نضجت قرباتها المتحددة انفصلت بعضها عن بعض ولكن لا تنثر بزورها كما هو الحال في الثمار القابلة للتفتح الآتي ذكرها وتسمى كل قربة على حدها "مريكارب" (Merica) ويشتمل المريكارب في العادة على بزرة واحدة مضوية فيها .

ومن الأمثلة على ذلك ثمار الجزر والكون والخلال وغيره من الفصيلة الخيمية .

(٣) الثمار الجافة القابلة للتفتح (Dehiscent) :

في هذه الثمار ينفطر الوعاء بطرق شتى أو يتفتح بمسام وبذلك ينكشف داخل الثمرة وتنطلق البزور ولهذا البزور في العادة قصرات سمكة لوقايتها . وأغلب الثمار الجافة الداخلة في هذا القسم تشتمل على بزور كثيرة .

وأشيع أنواع الثمار الجافة القابلة للتفتح هي المذكورة بأوصافها فيما يلي :
(١) الثمر الجرابي (Follicle) — هو ثمر علوي يشتمل على قربة واحدة تتفتح على امتداد "تدريز" أى لحام (Suture) واحد فقط وأغلب ما يكون هذا التدريز بطنيا . مثال ذلك : ثمرة الدلفينيوم (Dilphinium) واللبخ (شكل ٣٦) .

(ب) الثمر القرني (Legume) — هو ثمر علوي ذو قربة واحدة ولكنه يتفتح على امتداد التدريزين الظهري والبطني (شكل ٣٠) . مثال ذلك : قرون الفاصولياء والفول .

(ج) الثمر الخردلي (Siliqua) — (شكل ٣٧) هو ثمرة مستطيلة علوية مكونة من قريبتين متحدتين ويوجد في داخل الثمرة حاجز رقيق كاذب

يسمى "ريپلوم" (Replum) لمشمية وهذه تجعل فى الثمرة تجويفين وإذا فضجت الثمرة تفتحت القربلتان من أسفل فأعلى وبقيت البزور معلقة بالمشميات والحاجز . مثال ذلك : خردليات اللفت والكربب والمنشور .

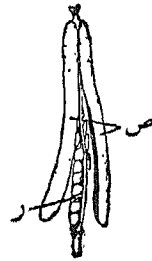
والثمر الخريدلى (Silicula) هو كالمسابق إلا أنه قصير وعريض كما فى ثمرة الكبسلا .

(٥) ويطلق لفظ "كبسول" إجمالاً على كل أشكال الثمرات الملتحمة الجافة القابلة للتفتح إلا ماسبق النص عنه وهذه الثمرات إما أن تكون علوية أو سفلية وتشتمل فى العادة على كثير من البزور وطريقة التفتح ومقداره تختلفان فى العادة اختلافاً كبيراً وأغلب ما يكون التفتح على استطالة الثمرة ولكنه يكون فى بعض الأحوال عرضياً وقد يمتد التفتح جزءاً من المسافة على امتداد الثمرة وتبقى القربلات متحدة اتحاداً جزئياً بعضها مع بعض وقد يمتد على طول الكبسول جميعه وتصبح القربلات سائبة مفككة ويسقط بعضها عن بعض فإذا حصل الأمر الأخير وحصل الانشقاق على امتداد التدريز الظهري سمي التفتح "مسكينياً" (Loculicidal) ويسمى "حاجزياً" (Septicidal) إذا حصل التفتح على امتداد خط التحام القربلات .

وفى بعض الأحوال تسقط الأجزاء الخارجية من الكبسول على شكل قطع متفرقة أو صمامات تاركة وراءها الفواصل أو حواجز الخدر متصلة بالعنق الزهرى ويسمى هذا النوع من التفتح "بالصمامى" (Septifragal) .

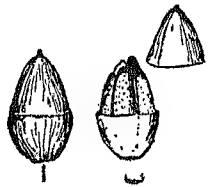
التفتح بالمسام — هذا النوع يرى فى كبسولات الخشخاش (Poppy) والتمر الحقى (Pyxidum) هو نوع من الكبسول يكون فيه التفتح مستعرضاً بحيث يسقط الجزء العلوى من القربلات على شكل قبة أو غطاء (شكل ٤٠) . مثال ذلك : ثمرة لسان الحمل (البلاتين) والأناجاليس .

(شكل ٣٨)



(شكل ٣٩)

التمر الجرانى من المنشور ظاهر فيه طريقة تفرقه . ص = صمام
الثمرة ؛ ر = ريلوم أو المشمية
التدريزية عليها البزور متصلة بها .



(شكل ٤٠)

تمر حقى من ثمار لسان الحمل . (١) مقفل .
(٢) منال منه الجزء الأعلى
لاظهار البزور من تحته .

(٤) الثمار الطرية (Succulent) — وعاء الثمار الطرية أى اللحمية رخص عصيري غالبا وإذا نضج كان فى العادة تخينا جدّا وأشيع أنواع الثمار الطرية ماسياتى بيانه :

(١) اللوزة (Drupe) — وهى ثمرة علوية لا تتفتح مكوّنة من قربة واحدة وبزرة واحدة أو اثنتين ويرى وعاء الثمرة وهى ناضجة ثلاث طبقات ظاهرة الأولى طبقة رقيقة رفيعة تسمى "الأبيكارپ" (Epicarp) والثانية طبقة رخصة ثخينة لحمية متوسطة تسمى "الميزوكارپ" (Mesocarp) والثالثة طبقة صلبة تسمى "الاندوكارپ" (Endocarp) أو ما يعرف "بنواة الثمرة". ولا يغرب عن الأذهان أن البزرة شىء والنواة شىء آخر وأن البزرة محتواة داخل النواة .

ثمار البرقوق والمشمش والخوخ واللوز كلها لوزات وكل قربة من قربلات زهرة التوت البرى المفردة تصبح لوزة وتسمى "لوزة" وعلى ذلك فالثمرة جميعها تكون ثمرة مركبة تشتمل على مجموع لوزات وثمرات الجوز هى نوع من اللوز لا تختلف عما ذكر إلا فى أنها حاصل خدر ملتحم فيها تنمو طبقة الوعاء الداخلة (الاندوكارپ) الى حواجز تمتد بغير انتظام فى الفلقات اللحمية من البزرة المفردة .

(ب) الثمر العنبي (Berry) — هو لحمى لا يتفتح كلتا الطبقتين "الميزوكارپ" و "الاندوكارپ" فيه رخصة ولحمية وقد يكون الثمر العنبي حاصل مبيض علوى كما فى العنب والطماطم ويكون فى بعض الأحيان سفليا كما فى الخيار . والبلح هو ثمر عنبي نواته بزره حقيقية لا يصح الخلط بينها وبين نواة الثمر اللوزى .

(ج) والثمر التفاحى (Pome) — الذى من أمثلته التفاح والكمثرى هو ثمرة كاذبة (Pseudocarp) لحمية لا تتفتح خدره أو ثمرته الصادقة مدفونة فى التخت وإذا نضجت الثمرة الكاذبة يكون الوعاء التابع لكل قربة من قربلات الخدر جدارا داخليا كثيف القوام جلديا أو صلبا هو الأندوكارپ . أما باقى البريكارپ فيكون فى بعض الأحوال لحميا وفى بعضها صلبا ويحيط بهذه القربلات اللحمية ويتحد بها ذلك التخت الزهرى اللحمى الثخين وهو الذى يكون أهم جزء صالح للأكل من الثمرة التفاحية .

تج ٤٣ : على الطالب أن يراقب ترقى نمو الثمرات الشائعة من فواكه الحدائق من يوم ابتسام الأزهار الى نضج الثمرة . وليلاحظ ما يؤول اليه أمر التخت والكم والتويج والمأبر فى كل حالة وعليه أن يفحص أيضا ثمار جميع النباتات النافعة المزروعة فى الحقول وكذلك ثمار الاعشاب الشائعة وعليه أن يصف كلا منها وصفا دقيقا ويلاحظ هل هى :

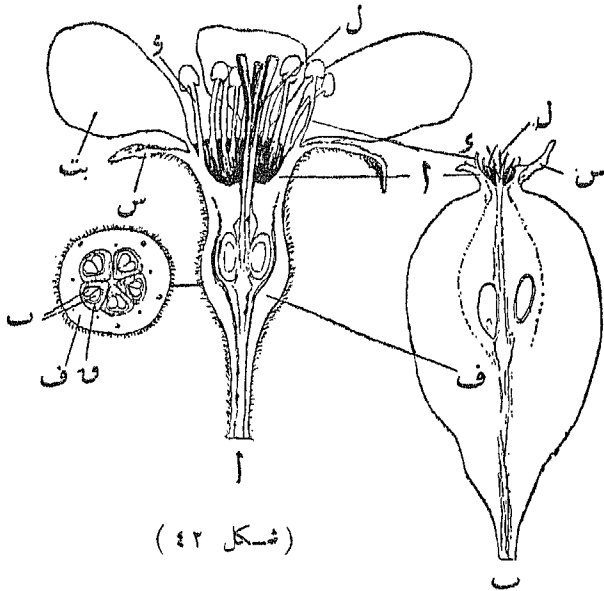
- (١) جافة أم طرية .
- (٢) قابلة للتفتح أم غير قابلة وطريقة التفتح .
- (٣) نامية من خدر أبوكري أم سنكاري .
- (٤) نامية من مبيض علوى أم سفلى .
- (٥) ذات خلية واحدة أم ذات كثير من الخلايا وعدد البزور الموجودة فى كل .

٣ — انتشار البزور

(Dispersal of Seeds) — فى بعض الأحوال تسقط البزور الناضجة أو الثمار المشتملة عليها على الأرض فى جوار أمها مباشرة على أنه سيثبتين لك أن أكثر النباتات تدل على أنها مهيأة لحصول انتشار بزورها الى مسافات طويلة أو قصيرة .

وأهم العوامل فى نقل البزور هى الريح والماء والحوانات .

(شكل ٤١)



(شكل ٤٢)

(أ) قطاع رأسى عرضى من زهرة كمثرى . س = سبل ؛ ل = الأنبوبية الكأسية من التخت ؛ ف = الجزء الأسفل من التخت ؛ ق = قربلات دفيئة فى ف ؛ ب = بيضات ؛ بت = بتل ؛ د = سداة ؛ ل = قلم . (ب) ثمرة كاذبة متكشفة من الزهرة أ .

ففي بعض الأحيان تكون أوعية الثمرات بعد نضجها كاللوب في مرونته فإذا جاء وقت التفتح ، تفتحت بشدة ونثرت بزورها في كل الجهات الى مسافة أقدم عدة وقرنات كثير من البقول بعد نضجها كقرنات البازلاء والبقول والحنديق تنثر حبها بهذه الطريقة وتلتوى صمامات القرنات أو تلتف بغتة .

والثمار التي تنثر بزورها بهذه القوى الفجائية الميكانيكية عند حصول التفتح تصادف في الغالب في كثير من أنواع الحيازى الأفرنجية والخروع على أن الرياح هي أهم العوامل القوية وأظهرها في توزيع البزور . ولذلك يلاحظ كثير من التنوعات بين النباتات لحصول انتشار بزورها بهذه الوسطة .

ففي أنواع الخشخاش وغيره من النباتات تكون البزور من الصغر بحيث تطير في الهواء الى مسافات بعيدة بمجرد خروجها من كبسولاتها وبعض البزور يكون ناعماً أملس مستديراً فيسهل بذلك تدحرجها على الأرض وأغلب من ذلك ما يرى في القنابات الملاصقة أو بعض أجزاء الزهرة أو الثمرة أو الحبة ، من التنوع بحيث تجعل للهواء من نفسها مسطحا أوسع وأخف حملا عليه فيصبح الجسم بذلك قابلا للتطاير .

وفي كثير من نباتات الفصيلة المركبة كنبات الجعضيض والجاراوندسل يرى الكم تكصيلة رقيقة من الشعر على شكل مظلة الطيران فتمنع سرعة سقوط الثمرة متى كانت محمولة في الهواء حتى لتحمل ثمار مثل هذه النباتات في نسيم معتدل الى مسافات طويلة قبل أن تسقط والكم في كثير من أنواع الحميض ويستحيل بالنمو الى بزور أشبه بالأجنحة تحيط بالثمرة ويوجد في الايلاتشوس وبعض نباتات الفصيلة الخيمية امتدادات جناحية كثيرة . وبعض هذه النباتات من الثقل بحيث تسقط عمودية على الأرض اذا هي أتيح لها ذلك . على أن سقوطها كذلك لا يكون إلا بعد أن تدور بعض

دورات فى الفضاء وهذه لا يمكن انتزاعها إلا برمج شديدة أو عاصفة وفى مثل هذه الأحوال يمكن أن تنتقل إلى أمكنة قاصية وليس الأمر مقصوراً على تنوع الأجزاء الظاهرة من الوعاء وغيرها من أجزاء الزهرة بحيث تلائم توزيع الرمح بل أن بزور كثير من الثمار القابلة للتفتح تبين عن أنها ملائمة لمثل هذا الغرض .

ففى الصفصاف والخور والقطن مثلاً تكون القصرة مغطاة بشعرات حريرية طويلة خفيفة قابلة للتطاير ولكثير من البزور كـ "الجاراندا" (Jacaranda) و "المارينجا" (Maringa) حواف رقيقة غشائية النسيج أشبه شئ بالجناح .

وفى أكثر النجيليات تكون القنابات المحيطة بها بمثابة عوامل للطيران وللنباتات المائية ثمار و بزور تشتمل قناباتها على هواء يساعدها على العوم مسافة ما ومن أنواع البزور عدد كبير ينتشر على سطح الأرض بواسطة الحيوانات فإنه يوجد على وعاء الحزور والبقدونس البرى (Hedge Parsley) وغيره من نباتات الفصيلة الخيمية وعلى كثير من أصناف البرسيم أجسام شوكية وخطافية الشكل وهذه تتعلق بفراء الحيوانات أو صوفها أو ريشها وقد يحدث أن تزول هذه البزور عن الحيوانات عند الاحتكاك أو تسقط عن الحيوان فى مكان غير الذى علق فيه وبهذه الطريقة تنتقل البزور إلى مسافات بعيدة وزد على ذلك أن عدداً من الثمار اللحمية تستعملها حيوانات شتى طعاماً لها ولا سيما الطيور و بزور مثل هذه الثمار تمرّ فى المعدة والامعاء دون أن يصيبها من ذلك ضرر . والحماية الضرورية للجنين من فعل السوائل الهضمية به جسم فى الحيوان مستمدة من صلابة أجزاء الوعاء أو غلاف البزرة هذا والأجزاء العصيرية التى تستميل الحيوان أو تجذبه من الثمار اللوزية والعنابية

هى الوعاء ذاته أو جزء منه . أما فى الشليك والورد والتفاح والكراتيجس (Crataegus) فإن التخت هو الجزء الجذاب أو الذى يستميلها فى الثمار . وفى الثمار ذات النواة والكراتيجس تسمى الطبقة الصلبة الداخلة من الوعاء كيان الجنين أثناء مرور البزرة فى أمعاء الحيوان وفى الثمار العنابية تقوم قصرة البزرة بهذا الأمر . أما فى الشليك وغيره فصلاية وعاء الأكينات تسمى البزور .

ويلاحظ أنه إذا كانت البزور غير ناضجة وغير صالحة للانتثار كانت أجزاء الثمرة المستعملة غذاء، خضراء حمضية صلبة النسيج فى كل حال ولكن فى وقت نضج البزور أو بعد ذلك مباشرة أى عند ما تكون مستعدة للتوزيع تتغير أجزاء الثمرة فإذا هى ذات لون ظاهر وتصبح أطراً وأحلى مذاقاً . ويغلب أن تنشأ فيها رائحة طيبة خاصة بها .

تج ٤٤ : الغصن أثمار الاعشاب الشائعة وحاول أن تعرف كيفية انتشار البزور من كل منها .

تج ٤٥ : لاحظ عدد البزور والثمار الملتصقة بصوف الغنم وبر المعازى ولاحظ أنواعها . واذكر وسائل الاتصال فى الثمار .

تج ٤٦ : هات برهاناً على انتشار البزور بواسطة الطير .

الغصن زرق بعض طيور الغيط .

الجزء الثاني

شرح النبات

الجزء الثانى

شرح النبات

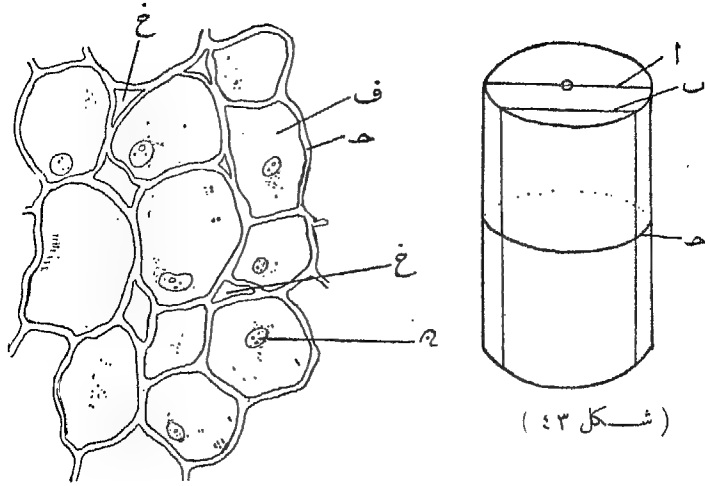
الفصل التاسع

الخلية النباتية - انقسام الخلية - الانسجة

١ - قد عطينا فى الفصول السابقة بالخارجى من كبرى معالم النباتات المزهرة والآن وجب أن ندرس الداخل الدقيق من بناء الجذر والساق والورقة والزهرة حتى يمكن ادراك فسيولوجيا النبات أى العمل الذى يقوم به كل من هذه الأعضاء ادراكا حسنا .

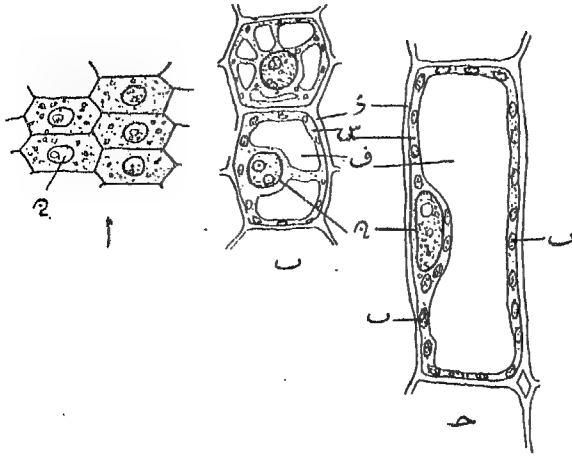
٢ - يمكن معرفة بناء النبات الداخل بواسطة شرائح تقطع بالموسى من شتى الأعضاء وفحص هذه الشرائح أو القطاعات كما يسمونها بالعين المجردة وبالمجهر (المكروسكوب) .

ولادراك طبيعة الأجزاء الباطنة العديدة من أى عضو نباتى ادراكا تاما لا يكفى أن يفحص قطاع منه فى اتجاه واحد فقط بل يجب أن تعمل القطاعات فى اتجاهات عدة ولكن جرت العادة فيما يختص بالسوق والجذور وغيرهما من الأجزاء التى يزيد طولها عن عرضها أن تعمل القطاعات بالطريقة المبينة فى شكل (٤٣) فالقطاعات المعمولة بزاوية قائمة على المحور الأسمى كما فى (ح) تسمى "قطاعات عرضية" وما قطعت موازية للمحور الأسمى تسمى "قطاعات طولية" ويضاف لفظ قطري ومماسى للأخير الطولى تبعا لمرور القطاعات بمركز الساق كما فى (أ) أو عدم مرورها كما فى (ب) .



(شكل ٤٤)

خلايا من "جذر" اللفت الشحم ؛ ح = جدار
خلوى ؛ ف = تجويف خلوى ؛ د = نواة ؛
خ = خلال خلوية .



(شكل ٤٥)

(١) خلية صغيرة السن جدًا مأخوذة من قرب طرف الجذر . (ب) خليتان أكبر منها . (ج)
خلية مفردة كاملة النمو . (د) جدار خلوى ؛ هـ = سيتوبلازم ؛ د = نواة ؛ ب =
بلاستيدات ؛ ف = تجويف (مكبرة ٣٥٠ قطرا) .

٣ - الخلية - اذا فُصّ قطاع رقيق من بزر اللفت بواسطة المجهر يرى نوع من البناء على شكل شبكة كما في شكل (٤٤) . واذا استمر في فُصّ شرائح تقطع في جهات شتى رؤى مثل ذلك في كل واحدة . منها نستنتج أن مادة اللفت مكونة من عدد لا عد له من مقصورات صغيرة مكعبة الشكل أو مستديرة تحيط بها جدران رقيقة . هذه المقصورات المقفلة تسمى "خلايا" (Cells) وأنها وان كانت تختلف أبعادها لا يمكن أن تبصرها العين بغير آلة إذ هي ينذر أن يكون قطرها أكبر من $\frac{1}{10}$ من البوصة بل يغلب أن يكون $\frac{1}{100}$ منها .

والخلية التامة النمو (ح . شكل ٤٥) اذا أخذت من جوار طرف الجذر أو الساق ونظر إليها وجدت تشتمل على مايلي :

- (١) غشاء رقيق مقفل (أ) يسمى "جدار الخلية" (Cell-wall) .
- (٢) بطانة متواصلة (د) من مادة تعرف بمادة البروتوبلازم (Protoplasm) أو المادة الأولية .

(٣) فراغ مركزي (ف) يسمى "الفياكول" (Vacuole) الذى يظهر للعين أنه خال والحقيقة أنه ملآن بسائل مائى يسمى "العصير الخلوى" (Cell-sap) .

(١) جدار الخلية مكون من مادة صلبة غير حية مرنة القوام شفافة تعرف عند الكيماويين "بالسلولوز" وتقوم مقام غطاء واق للمادة الأولى أى "البروتوبلازم" وهى المادة التى تصنع هذا الجدار .

(٢) البروتوبلازم هو أهم جزء فى الخلية وهو مادة لزجة مخاطية تشتمل على مقدار عظيم من الماء . أما طبيعتها الكيماوية فغير مدركة . ولكن يظهر

أن في داخلها مزيجاً مختلطاً من المركبات البروتينية وهي المادة المرتبطة مباشرة بتلك الظاهرة الخاصة الذي نسميها "حياة" واليها ترجع عملية التنفس وكل التغيرات الكيماوية العجيبة التي تتضمنها عملية "التمثيل" والتغذية على وجه الاجمال وكذلك قوى النمو والتناسل التي في الكائنات الحية من النبات والحيوان على السواء .

وعليه فحينما وجدت الحياة وجد البروتوبلاسم ومعنى الموت تحلل هذه المادة وتلفها .

في كثير من الخلايا يكون للبروتوبلاسم حركة خاصة ذاتية أى من تلقاء نفسه وفي بعض الأحوال يسيل في وجهة واحدة في تيار لا ينقطع حول الخلية من الداخل مرة بعد أخرى وفي غير ذلك تسير تيارات البروتوبلاسم في وجهات مختلفة .

من شكل (٤٥) يتبين أن بروتوبلاسم الخلية غير متجانس ولكنه يشتمل على الأجزاء الآتية :

(أ) جزء كثيف مستدير أو بيضى الشكل (د) يسمى "نواة الخلية" .
(ب) عديد من أجسام صغيرة (ب) تسمى "بلاستيدات" (Plastids) أو "كروماتوفور" (Chromatophores) .

(ج) مادة حيوية دقيقة زائدة السيولة تسمى "بلازما الخلية" (Cell-plasm) أو (Cytoplasm) مطمورة فيها النواة والبلاستيدات .

في الخلايا الصغيرة السن جدا (أ . شكل ٤٥) يملأ البروتوبلاسم تجويف الخلية كله . أما الفجوات فلا تظهر إلا بعد نمو الخلية وفي أغلب الخلايا الحية من النباتات الراقية لا يوجد في الخلية إلا نواة واحدة ولكن يغلب في بعض الخلايا الطويلة وجود عدة نوى .

وتنشأ النواة من انقسام نواة وجدت قبلها أما وظيفة النواة فليست مدركة تمام الادراك ولكن الخلايا التى تتترع منها نواها بالطرق الصناعية تموت على الفور . وبما أن الجزء الجوهرى من عملية الاخصاب الجنسى ، إنما هو اتحاد اثنين من النوى فانهم يظنون أن النوى حوامل للصفات الوراثية فى الأم التى منها جاءت بطريق الانقسام .

وزد على ذلك أن النواة تلوح فى انقسام الخلية الذى يحدث منه تكاثر الخلايا كأنما تبدأ عملية الانقسام وتنضبطها .

والبطانة الرقيقة من بلازما الخلية أو مما يسمى "بسيوبلازم" — بريمورديال يوتريكال" كما تسمى أحيانا تضبط مرور المواد السائلة من العصارة الخلوية التى تملأ الفجوة أو الفاكول واليها .

وبلاستيدات أجسام صغيرة من البروتوبلازم تشبه النوى فى كثافتها والمعروف من هذه البلاستيدات ثلاثة أنواع هى :

- (أ) بلاستيدات خضيرية أوكلورية (Chloroplasts) .
- (ب) بلاستيدات لونية أوأوكرومية (Chromoplasts) .
- (ج) بلاستيدات عديمة اللون أولبوكية (Leucoplasts) .

وتنشأ هذه جميعها من بلاستيدات كانت موجودة من قبل بواسطة الانقسام وهى كالنواة لا يمكن أن توجد إلا من موجود من نوعها .

فالبلاستيدات الكلورية وتسمى أحيانا "بجبيبات المسادة الملونة الخضيرية" (الكلوروفيلية) خضراء لتشبع مادتها من مادة ملونة خضراء تعرف فى الافرنجية "بالكلوروفيل" (Chlorophyll) ويعزى الى وجودها فى الخلايا

اخضرار كل الاجزاء الخضراء من النباتات . والى جهدها تعزى تلك العملية المهمة المعروفة "بالتمثيل" (فصل ١٥) .

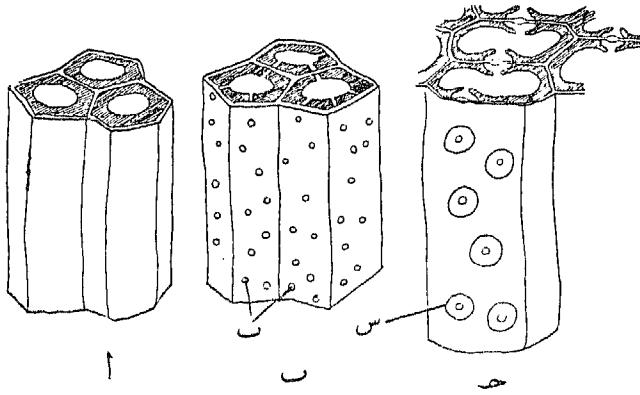
وبلاستيدات الكرومية التى يغلب وجودها فى خلايا الأزهار والفواكه صفراء اللون أو حمراؤه لا خضراء وعلى ذلك فالأجزاء التى توجد فيها هذه البلاستيدات تصبح بها ظاهرة لأعين الطير والحشرات جذابة لها .

وبلاستيدات الليوكية هى جبيبات لا لون لها وتشاهد فى خلايا الجذور والدرنات وغير ذلك من الأجزاء الأرضية من النباتات ولهذا البلاستيدات قوة تكوين حبوب النشا من السكر .

وهذه البلاستيدات الثلاث قابلة للتحوّل بعضها الى بعض فالبلاستيدات الكلورية الخضراء فى الثمار الفجة تنقلب فى العادة جبيبات كرومية اذا تم نضج الثمرة واذا عرضت الجبيبات اللوكية من درنة البطاطس للضوء أصبحت خضراء .

(٣) العصارة الخلوية التى تملأ بغوات الخلية تشتمل على ماء ذائب فيه عديد من أنواع المواد . ففى خلايا البنجر كما فى كثير من الأثمار والأزهار والأوراق تشتمل العصارة الخلوية على مادة أرجوانية ضاربة الى الحمرة على أن العصارة فى الغالب عديمة اللون . وهى فى العادة حمضية ولكن طبيعة المركبات الموجودة فيها ومقدارها يختلفان أحيانا من خلية لخلية فى الأجزاء المختلفة من نفس النبات . وفى العادة توجد فيها خواصل شتى ناشئة من عمل البروتوبلازم كأنواع السكر والبروتينات الذائبة والأحماض والأملاح العضوية وكذا الازوتات (النترات) والكبريتات والفوسفات وغير ذلك من المركبات غير العضوية المنتصة من التربة .

ويعزى غالب الطعم الحساس الذي للفواكه والخضروات التي نأكلها إلى المادة الذائبة في عصارة خلاياها . أما البروتوبلاسم والجدار الخلوي فلا طعم لهما .



(شكل ٤٦)

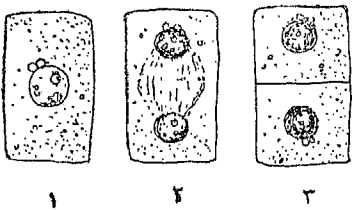
رسم يبين لجدار خلوية غليظ ؛ (ا) جدار منتظم النخانة . (ب) جدار ذو ثقب (ب) بسيطة .
(ح) جدار ذو ثقب (س) مسورة .

٤ — ان خلايا جسم النبات في زمن تكوّنهما عند النقط النامية من الجذر والساق تكون بحجم واحد تقريبا وتكون مكعبة الشكل أو متعددة الأضلاع ثم تزداد في الحجم بعد ذلك بسرعة وتصبح متنوعة في شكلها وفي بنيتها تنوعات شتى تبعا للوظائف الخاصة التي عليها تأديتها في الاعضاء البالغة من النبات .

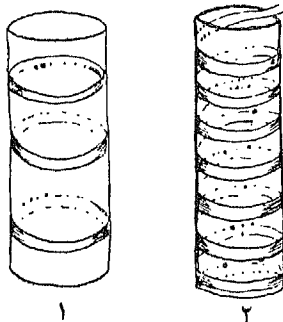
وإذا نما جدار الخلية أثناء مدّة النمو في كل الجهات على السواء بقي الشكل التكعيبي أو متعدد الأضلاع على ما كان عليه على أن أغلب ما يكون النمو غير منتظم فتكون الخلايا على أشكال عديدة سيذكر أهمها عند الكلام عن أعضاء النبات الذي توجد فيه .

ومن الخلايا عدد كثير جدّا تفقد محتوياته البروتوبلاسمية بعد مدّة قصيرة ولا يبقى إلا جدار الخلية وفراغها وهذا الفراغ يكون في العادة مملوءا بالهواء .

ويطلق في العرف على هذه البيوت الفارغة اسم "خلية" على أنه لو استعمل لذلك لفظ آخر لكان أوفق وأليق وفي بعض الأحيان تكون جدران الخلايا رقيقة ولكن يغلب أن تصبح سميكة قبل أن تفقد الخلية مادتها البروتوبلاسمية بتاتا . وهذه الجدران الخلوية السميكة تمتد الأجسام التي تحتويها بالصلابة والقوة وتكون بمثابة حامل ميكانيكي للأجزاء الغضة من النبات وتأتي الغلاظة المذكورة من تراكم طبقات متتابعة من نوع من السيلولوز على السطح الداخلي من جدار الخلية . وفي بعض الأحيان تتراكم الطبقات بانتظام حول الباطن جميعه كما في ١ . شكل (٤٦) ولكن الغالب أن تستمر زيادة الغلاظ عند بعض



(شكل ٤٨)



(شكل ٤٧)

قطع من الأوعية ظاهر فيها . (١) النخانة
الحلقية . (٢) النخانة الأولية في خلاياها .

(١) خلية صغيرة قبل انقسامها الخلوي .
(٢) الخلية بعينها بعد انقسام النواة .
(٣) تمام الانقسام الخلوي (مكبدة ٥٠٠ قطر) .

النقط بسرعة أكثر منها عند البعض الآخر وفي بعض الأحوال تبقى بعض أجزاء من جدار الخلية كما هي بدون تغيير فتبدو هذه القطع الرقيقة كأنها بقع لامعة اذا فحص منظر سطح الخلية وهذه تسمى "نقرا" (Pits) وفي النقرة البسيطة (ب) يكون الفراغ الذي لم يسمك أسطوانيا تقريبا وإذا نظر الى طرفه كان الطرف مستديرا أو بيضيا (ج) والفراغ المتروك بلا غلاظة في نقرة مضغوطة يكون على شكل القمع ويبدو في منظره السطحي كأنها هو دائرتان متحدتا المركز أو هليلجية . والنقرا الموجودة في جدار خلية تكون في العادة بازاء النقرة في جدار الخلية المجاورة بالدقة وتكون بمثابة واسطة للاتصال بين الخليتين . ومن الشائع جدًا حدوث التخانة على شكل أولي أو حلقى ، أى اشربة على شكل أساور .

٥ — انقسام الخلايا — تواصل البروتوبلاسم . بامتداد الساق والجذر وتوليد أعضاء جديدة عند نقط النمو من النباتات العادية الخضراء تحدث زيادة كبرى في عدد الخلايا وهذه الزيادة ناشئة عن انقسام خلايا موجودة من قبل كل منها ناشئ عن انقسام خلية واحدة هي الخلية المخضبة من اليضمة .

وأثناء عملية انقسام الخلية عند نقطة النمو من الفرخ أو الجذر تنقسم النواة أولا الى نصفين متشابهين كل التشابه بطريقة معقدة لا يمكن البحث فيها هاهنا وهذان النصفان أو هاتان النواتان الشقيقتان تنضجان بعد ذلك بعضهما عن بعض مسافة قصيرة داخل الخلية المتقسمة وينشأ جدار خلوي جديد بينهما . وهذا الجدار الجديد يقسم السيتوبلازم قسمين ظاهرين ويكون دائما على زاوية قائمة مع خط مستقيم مرسوم من إحدى النواتين الى الأخرى (شكل ٤٨) ومن فحص الخلايا ومحتوياتها فحفا عاديا يمكن أن يستنتج أن المسادة الحية من خلية النبات المأخوذ مثلا ، محجوزة ومنوعة من الاتصال بجاراتها من الخلايا

حجزا تاما على أن الابحاث الجديدة قد دلت على أن بروتوبلاسم الخلية في عدة من الأحوال متصل ببروتوبلاسم الخلايا الملاصقة بواسطة خيوط بروتوبلاسمية دقيقة جد الدقة وهذه تتمز من مسام ضيقة جدا في جدران الخلايا وربما كان البروتوبلاسم متوصلا في الكائن الحى جميعه .

وفي بعض الأحوال كما في الكيس الجنينى (Embryosac) من الببضة يستمر الانقسام في النواة وما يصحبها من السيتوبلازم مدة ما دون أن تتكون جدران خلوية لكل خلية عقب كل انقسام مباشرة .

على أنه لابد أن يصبح بروتوبلازم الخلايا النباتية محصورا بين جدران خلوية عاجلا أو آجلا .

٦ - الأنسجة - يشتمل جسم النبات على ما لا عدله من الخلايا على اختلاف أشكالها وأنواعها ولا تكون هذه الخلايا المختلفة موزعة بطريقة منتظمة خلال النبات بل تكون مجتمعة بعضها الى بعض على شكل أشرطة أو ألواح أو كتل اسطوانية وتسمى هذه المجتمعات من الخلايا " أنسجة " (Tissues) ويمكن تقسيم هذه الأنسجة عدة أقسام وفاق ما اذا نظرنا اليها من حيث أصلها أو بنيتها أو وظيفتها . فالنسيج الذى يشتمل على خلايا حية ذات جدران رقيقة وتكون هذه الخلايا جنينية وقادرة على الانقسام يسمى " المرستيم " (Meristem) أى النسيج المكون . أما الأنسجة البالغة التى وصلت الى تمام نموها فتسمى " مستديمة " (Permanent) .

واذا نظرنا الى الأنسجة من حيث شكل الخلايا المكونة لها تميز من الأنسجة أنواع : (١) البارنشيمية (Parenchyma) و (٢) البرورنشيمية (Prosenchyma) .

ولا يمكن التمييز بين هذين النوعين تمييزا دقيقا ولكن الأول يشتمل في العادة على خلايا متساوية الطول والعرض والسماك تقريبا وتصل كل خلية منه بجاراتها بأطراف وجوانب عريضة منبسطة .

وبالرغم من أن الخلايا في الأنسجة الحديثة العهد بالتكوين تكون متصلة تمام الاتصال بعضها ببعض عند كل نقط سطحها فان جدران الخلايا المتجاورة في البارنشيمية المستديمة تنفصل عن بعضها في الزوايا وبذلك تحدث مسافات بين الخلايا تسمى " الخلال الخلوية " (Intercellular Spaces) (غ. شكل ٤٤) . وتكون مملوءة بالهواء في العادة غير أنه يحسن أن ننبه هنا الى أن هذه الخلال الخلوية تحدث في بعض الأحوال من جفاف ككل الخلايا أو تمام انفصالها وفي هذه الحالة يمتلئ الفراغ المتروك بين الخلايا بالصمغ والزيت والراتينجات وغير ذلك من الحواصل البرازية .

وخلايا نسيج البرورنشيمية طويلة ومدببة عند طرفيها وفضلا عن ذلك فان الأطراف تمتد على شكل ذنب الحمامة بين الخلايا وبعضها ويلتحم بعضها ببعض فلا تتكون خلال بين الخلايا .

والأنسجة البرورنشيمية والبارنشيمية التى تكون جدران خلاياها غليظة صلبة يطلق عليها لفظ " اسكلارانشيمية " (Sclerenchyma) .

تج ٤٧ : خذ احدى الأوراق الشحمة الباطنة من بصلة بصله وبعد أن تجز في سطحها حزا غير عميق بسكين حادة اترع من جلدها قطعة صغيرة وضع هذه القطعة في محلول مادة الايوسين أو الحبر الأحمر بضع دقائق ثم اغسلها وثبتها في نقطة من الماء على لوحة زجاجية واغصها بالشبيثة الضعيفة من مجهر (ميكروسكوب) ثم بالشبيثة القوية . ثم انظر ولاحظ واعمل رسوما من الخلايا وجدرانها ونواها المنصغ والبروتوبلازم والفجوات .

تج ٤٨ : اقطع شرائح رقيقة جدا من الفت بموى حادة واغصها بالطريقة السابقة ولاحظ الخلال الخلوية واقطع شرائح ملها من البهر المائون واغصها بدون صبغ ولاحظ لون المصارة الخلوية .

تج ٤٩ : الخصى قطعاً من نخاع السمبوسكوس ولاحظ شكل الخلايا الميتة وحجمها وكذلك غلاف الجدران فيها وآثارها .

تج ٥٠ : هي قطعاً عرضية وطولية من خشب عود ثقاب ولاحظ غلاظة الجدران الخلوية وآثارها والخصى بالطريقة ذاتها قطعاً أخرى من الأخشاب المتداولة .

تج ٥١ : افطع شرائح رقيقة من الأوراق أو أى جزء أخضر من النبات واخص الخلايا ولاحظ أن الأخضر ليس مسبباً عن اختزال العصارة الخلوية بل عن وجود بلاستيدات كلورية صغيرة عديدة خضراء .

الفصل العاشر

تشريح الساق والجذر والورقة

يزيد في هذا الفصل أن نتناول بالبحث أنواع الأنسجة العادية في مختلف أعضاء النبات من حيث ترتيبها العام وصنعتها النباتية ونذكر فوائدها في تدبير النبات عرضاً . فإما شرح العمليات الفيسيولوجية فإنا تاركوها إلى ما يأتى من الفصول .

الساق

١ - السوق العشبية من ذوات الفلقتين .

يشتمل جزء عظيم من السوق العشبية من ذوات الفلقتين على نسيج شحم طرى مطبورة فيه عدة من أشربة (Strands) نخيلة كثيفة القوام ليفية تسمى "الحزم الوعائية" (Vascular Bundles) وهذه تعطى للساق صلابة ولكن وظيفتها الكبرى إيصال العصارة إلى أجزاء النبات كافة .

ويغطى سطح الساق نسيج رقيق من الخلايا يسمى "البشرة" أو "الايبيدرم" (Epiderm) ويطلق على باقى الأنسجة أى على الشكل ما عدا البشرة والحزم الوعائية اسم "النسيج الأساسى" (Ground Tissue) .

في القطاع العرضى من ساق ترى الحزم الوعائية جنباً إلى جنب على خط دائرى (شكل ٤٩) وذلك الجزء من النسيج الأساسى الذى تحتويه حلقة الحزم الوعائية يقال له "النخاع" (Pith) (ن) والجزء السكائى خارج الحلقة المذكورة يسمى "القشرة" (Cortex) (ق) أما الأشربة الصغيرة الضيقة البخارية على استقامة نصف القطر بين الحزم وتصل القشرة بالنخاع فتسمى "بالأشعة النخاعية" (Medullary Rays) (شن) .

ويتكوّن من الحزم الوعائية والأشعة النخاعية والنخاع كتلة اسطوانية من الأنسجة تعرف "بالاسطوانة الوعائية" (Vascular Cylinder) أو العمود وهذه تمتد في النبات من طرف الساق إلى النقطة النامية من الجذر .

(١) البشرة - نسيج سمك في العادة خلية واحدة وهي بمثابة كساء واق للنبات تمنع سرعة فقدان الماء منه . وكذلك تنهى الخلايا الداخلة من الأضرار المسببة عن المطر والبرد والصقيع والحشرات وخلايا هذه البشرة أنبوبية منبسطة مرصوفة بعضها إلى جانب بعض رصفاً محكماً إلا حيث توجد المنافذ المسماة "الثغور" (Stomata) وبما أن هذه الثغور توجد بكثرة على بشرة الورق فإن البحث في تركيبها مؤجل إلى صفحة (١٢٦) وفي العادة يكون الجدار الخارجى من البشرة أسمك من الجدران الجانبية والجدار الداخلى وهي ثلاث طبقات تسمى الطبقة الخارجة المعرضة للجو "بالأديم" (Cuticle) والأديم يتكوّن من مادة تسمى "الكيتوز" تستعصى فيها مرور المياه وهي جسم ثابت جداً قابل لمقاومة تأثير المحاللات الشقى التى تذيب السلولوز . ويرى

على أديم السوق والأوراق من نبات الكرنب وقصب السكر وأنواع كثيرة من الفلال والتجليمات الأخرى وكذلك على ثمار الأعناب والبرقوق طبقة رمادية اللون هى حاصل أخرجه الخلايا البشرة ويشتمل على جزئيات من الشمع إما مستديرة الشكل أو مستقيمة على شكل قضيب وإما حشفية .

وسطوح مختلف أجزاء النبات المغطاة بهذه الطبقة الشمعية تفقد من الماء أقل مما تفقده الأجزاء التى أزيلت عنها بالحك ويظهر أن هذه الطبقة الشمعية هى كوقاية جزئية من غشيان الفطريات والحشرات وتشتمل خلايا البشرة على المعتاد من المحتويات الخلوية (Cell contents) إلا البلاستيدات الخضرية فانها فى العادة مفقودة وهذه الخلايا تكون ملاءى بالعصارة بصفة خاصة وهذه العصارة تكون دائماً قرنفلية اللون أو حمراء أو قرمزية بفعل مادة يظهر أنها تبقى خلايا القشرة شر الضوء المفرط وفى بعض النباتات (ان لم نقل كلها) تكون العصارة فى خلايا البشرة بمثابة مخزن للماء تستمد منه الخلايا الباطنة من الساق عند الحاجة .

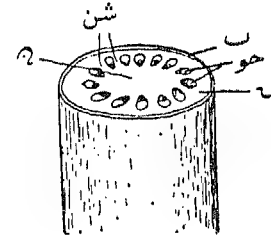
ولا يخفى أن سطح السوق وغيرها من أجزاء النباتات تكون مغطاة فى الغالب بشعر وهذا الشعر منسوب الى البشرة وكل شعرة فى أبسط أشكالها ليست سوى خلية بسيطة نمت أطول من جاراتها على أن بعض الشعر هو امتدادات عديدة الخلايا من البشرة (ش . شكل ٥٠) وقد يكون على أشكال عدة كما هو الحال فى الشعرة الواحدة الخلية .

والشعر يكون خشن الملمس أحيانا ويكون بمثابة واسطة للدفاع ضد الحشرات وضد الحيوانات على وجه الاجمال ومن وظائفه أن يكون كوقاء يمنع سرعة خروج الماء من النبات ويكون أشبه شئ بحائل دون شدة ضوء

الشمس . والشعر في سوق النباتات الصبية وفي أزهارها يحى الأجزاء الغضة من الأضرار والصقيع وبعض الشعر يكون بمثابة آلات مفرزة ، ولذلك تسمى "غندا" (Glando) تفرز مركات زيتية وراتنجية لها — كما في النعنع وحشيشة الدينار وغيرهما من النباتات — رائحة خاصة . وكثير من هذه الحواصل المفرزة من مثل هذا الشعر يكون لزجا يمنع مثل النمل من الحشرات من تسلق الساق والوصول الى عسل الزهرة .

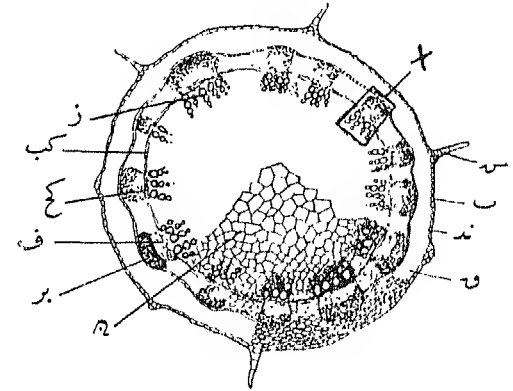
(٢) القشرة (Cortex) — قشرة الساق ممتدة من البشرة الى الاسطوانة الوعائية ويشتمل جزء عظيم منها على خلايا بارنشيمية حية تشتمل على بلاستيدات خضيرية كثيرة وخلايا الجزء الواقع تحت البشرة مباشرة تكون جدرانها في الغالب ثخينة في أركانها وتكون ما يسمى "بالنسيج الكولنشيما" (Collenchymatous) ووظيفة هذا النسيج تقوية البشرة وإمداد الساق جميعها بالمتانة والطبقة الأخيرة من خلايا باطن القشرة تكون غمدا مستمرا محيطة بالاسطوانة الوعائية ويسمى "الاندودرم" (Endoderm.) أو "البشرة الباطنية" (ند . شكل ٥٠) وليست خلاياها مبانة لخاراتها من الخلايا المجاورة لها مبانة كثيرة ولكنها تشتمل في العادة على كثير من الحبيبات النشوية تجعلها واضحة في قطاعات بعض السوق .

(٣) الاسطوانة الوعائية أو العمد — تشتمل على كل الأنسجة الواقعة داخل الاندودرم وهي الحزم الوعائية الآتى وصفها والنخاع والأشعة النخاعية (شكل ٥٠) وتعرف الطبقة الخارجية المجاورة للاندودرم مباشرة "بالپريسيكل" (Pericycle) أو "الطبقة المحيطة" وقد تشتمل هذه على طبقة واحدة من الخلايا أو أكثر وفي بعض السوق تكون خلايا "الپريسيكل" رقيقة الجدر ومنها تنشأ أغلب الجذور والفراخ العرضية .



(شكل ٤٩)

رسم يأتى يرى توزيع الأنسجة المهمة في ساق ذات فلقين ؛ ب = بشرة ؛ ح = حزم وعائية ؛ ق = قشرة ؛ ن = نخاع ؛ ش = أشعة نخاعية .



(شكل ٥٠)

قطاع عرضى من ساق عباد الشمس (مكبر ثمانية أقطار) × جزء يشتمل حزمة وعائية ؛ ب = بشرة ؛ ش = شعر ؛ ق = قشرة ؛ ند = اندودرم ؛ ز = زيلم ؛ ف = فلويم ؛ ح = كامبيوم حزمى ؛ كب = كامبيوم بنى حزمى ؛ بر = الياف بريسيكلية .

والأشعة النخاعية مكونة من خلايا بارنشيمية رقيقة الجدران وتحفظ خلايا الأشعة النخاعية محتوياتها الحية مدة طويلة ولكن خلايا النخاع لا تعيش إلا مدة قصيرة .

وإذا انتخبنا حزمة وعائية واحدة فى سلامة أى نبات ذى فلقتين وتبعنا سيرها الى أعلى نجد أنها تخرج من الاسطوانة الوعائية مازة بالقشرة الى الأوراق حيث تتفرع وتكون العروق وتسمى مثل هذه الحزم الوعائية المشتركة بين الساق والورق "بالحزم المشتركة" ويسمى جزؤها الموجود فى الساق "بذر بها الورق" (Leaf-trace) وقد تدخل حزمة أو أكثر من كل ورقة الى الساق وإذا اتبع سيرها الى أسفل وجد أن نزولها عمودى من سلامة أو أكثر ثم تتحد فى النهاية بالحزم التى دخلت الساق من الأوراق التى هى أكبر منها عمرا والتي هى موجودة تحتها والحزم فى نزولها تكون كلها على مسافة واحدة من المركز ولذلك فإنها اذا نظرت فى قطاع عرضى تظهر مرتبة على شكل دائرى .

وهناك اختلاف كبير فى طريقة تفرع الحزم واتحادها فى النباتات المختلفة وفى مقدار هذا التفرع ولكن نظامها يكون بحيث ان الحزم الوعائية فى الأوراق والسوق والجذور تكون دائما جهازا مستمرا موصلا من أنسجة متواصلة مهيا خصيصا لتسهيل اتصال العصارة الى جميع أجزاء النبات .

وفى هذا النوع من الساق تشتمل كل حزمة وعائية على ما يأتى من الانسجة :

(أ) الزيلم (Xylem) (أ , ز . شكل ٥١) .

(ب) فلويم (Phloem) .

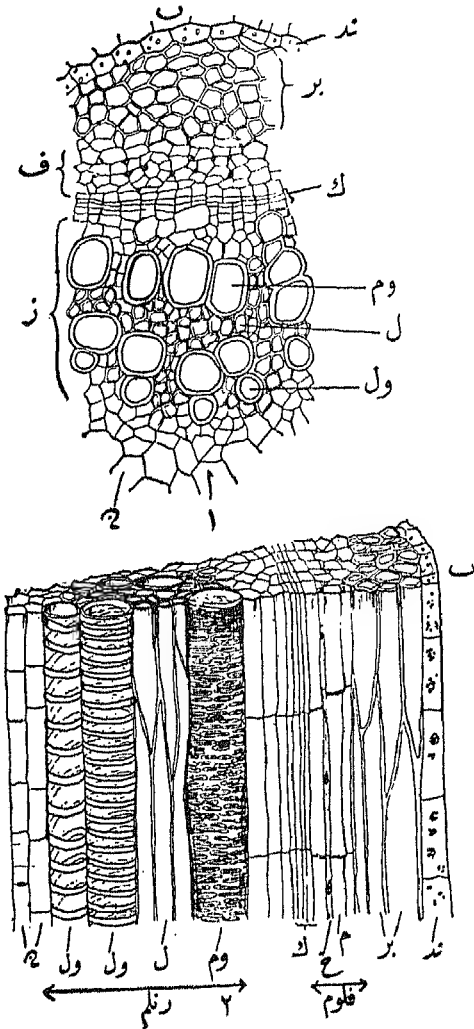
(ج) طبقة نسيج مريستيمي رقيق الجدار تسمى "كامبيوم الحزمة". وهذه الأنسجة مرتبة بعضها بجانب بعض بحيث أنه إذا رسم نصف قطر من مركز قطاع عرضي من الساق الى الخارج مرّ على الأنسجة الثلاثة ويقع الكامبيوم بين الزيلم والفلويم والزيلم أقرب الى النخاع . وأما الفلويم فهو بعيد عن النخاع والحزم التي يقع فيها الزيلم والفلويم على ذات نصف القطر تسمى "مجانبة" (Collateral) وإذا كانت الحزم تشتمل على كامبيوم كما في ذوات الفلقتين سميت "مفتوحة".

(١) الزيلم — العناصر التي تصادف في الزيلم هي في العادة (١) أوعية (٢) قصيبات (Tracheid) (٣) الياف وخلايا ليفية (٤) برانشيمية زيلمية كلها في العادة ذات جدران خلوية ثخينة ثابتة تشتمل على مادة الليجنوسولوز (Lignocellulose) وليست النسبة واحدة في كل الحزم فان في بعض الأحيان تكون بعض العناصر مفقودة بته على أن القصبات (Tracheae) والقصيبات (Trachied) موجودة دائماً في كل أنواع الزيلم .

الأوعية (ول و وم) ليست خلايا ولكنها أنابيب مستمرة طويلة مفرغة كل منها مكوّن من صف من خلايا بعضها فوق بعض وفيها كثير من جدران خلاياها العرضية قد امتص أو ذاب . وفي بعض النباتات المتسلقة تكون تجاويف الأوعية بطول تسعة أقدام أو عشرة ومتوسط طول الأوعية بحسب مقاسات الأستاذ (Adler) هي في خشب البلوط ٤٠ بوصة وفي البندق وشجر البتولا خمس بوصات وترى في جدرانها ثخانات إما حلقية أولوليسية أو شبكية وقد ترى بها نقر والتي تتكوّن في الحزمة في أول الأمر تكون ثخاناتها حلقية أولوليسية فقط وتكوّن ما يسمى "البروتوزيلم" (Proto-Xylum) .

(شكل ٥١)

(١) قطاع عرضي من حزمة وعائية من ساق عباد الشمس (مكبراً ١٢٠ قطراً) .
تدوير في الشكل السابق .
(٢) قطاع طول نصف قطري في الحزمة المذكورة .
نخاع الساق = ز زيلم ؛
ل = ليفية ؛ وم = وعاء .
م = أنبوبة غرابية ؛ خ = خلية مرافقة ؛ بر = ألياف بريسكلية ؛ ند = اندودرم ؛
ك = كامبيوم الحزمة ؛
ول = وعاء لولبي .



السيئوبلازم بغير نواة . فأما باقى تجويف الخلية فيكون مملوءا بمادة قلووية مخاطية وافرة المادة البروتينية وكثيرا ما تشتمل على حبيبات نشوية .

هذه الأنابيب الغربالية تقوم بوظيفة اتصال شتى المواد العضوية ولا سيما ما كان منها ذا صفات بروتينية .

الخلايا المرافقة — هى خلايا ضيقة طويلة توجد على امتداد الأنابيب الغربالية وهى ملائى بمادة سيئوبلازميه حبيبية تكون فيها نواة دائما وتتشأ الأنبوبة الغربالية وخليتها المرافقة من خلية أم واحدة .

(ج) الكامبيوم (Carpium) — يقع الكامبيوم بين الزيلم (ك. شكل ٥١) وبين الفلويم ويشتمل على طبقة من خلايا مرسيمي رقيقة الجدران كل منها على شكل منشور مستطيل ضيق قائم الزوايا بأطراف محددة مائلة ويكون الكامبيوم فى السوق الصغيرة السن محصورا فى الحزم الوعائية . أما فى السوق الكبيرة السن فينشأ فى الأشعة النخاعية نسيج مرستيمى جديد يشابه ذلك تمام المشابهة ويسمى "بالكامبيوم البنى الحزمى" (Interfascicular Cambium) وهذا يمتد فيها ويصل كامبيوم الحزمة بكامبيوم الحزمة المجاورة لها (ك. شكل ٥٠) ولذلك تجد فى السوق الكبيرة السن اسطوانة رفيعة تامة ذات خلايا متقسمة تظهر فى القطاع العرضى على شكل منطقة ضيقة تسمى "حلقة الكامبيوم" (Carpium Ring) وحلقة الكامبيوم تضيف على الزيلم والفلويم عناصر جديدة بالطريقة المشروحة بعد. ولكن فى النباتات العشبية ذات الفلقتين التى لا تعيش طويلا تقف هذه الزيادة فى النمو على عجل وعلى ذلك فلا يكون تأثير هذه الزيادة محسوسا فى هذه النباتات كما هو الحال فى السوق الخشبية المعمرة .

تحج ٥٢ : اقطع ساقا طريفة صغيرة السن من نباتات عباد الشمس والطرطوفة والفول والبطاطس وأى نبات عشبي آخر شائع واخص السطوح المقطوعة بعدسة جيب ولاحظ وجود الحزم الوعائية وترتيبها وكذلك النخاع .

فى أول الأمر تشتمل الأوعية على بروتوبلازم فإذا نمت استعملت المادة الحية فى تكثيف جدران الخلايا فإذا اكتمل تكوينها أصبحت أجساما ميتة خالية تقوم بتوصيل الماء .

والقصبيات (Tracheid) تشبه الأوعية فى صفة جدران خلاياها وفى وظيفتها على أنها ليست أجساما مركبة بل خلايا طويلة مفردة وفارغة . والخلايا اللغيفية طويلة ومحددة الطرفين وهى تشتمل على مشتملات حية وتكون جدران خلاياها نجيخة ومنقوشة أحيانا بنقر صغيرة . والألياف (ل) هى خلايا غليظة الجدران متشابهة قد فقدت مشتملاتها البروتوبلازمية وأصبحت تشتمل على هواء وماء فقط .

وبرنشيمة الزيلم تتركب من خلايا مستطيلة قليلا أطرافها مربعة كليلية وتشتمل الخلايا على مشتملات حية وجدران الخلايا سميكة نوعا وتكون منقورة قليلا وفيها يخرتن النشا أحيانا .

(ب) الفلويم — العناصر المكونة للفلويم هى : (١) الأنابيب الغربالية (Sieve-tubes) (م) مع خلاياها المرافقة (Companion-cells) (خ) و (٢) مقدار من برنشيمة الفلويم ذات جدران رقيقة وتتركب جدران خلاياها من السلولوز المعتاد .

والأنابيب الغربالية هى خلايا طويلة رقيقة الجدران مرصوفة طرفا لطرف والجدران العرضية أو الطرفية التى تفصل الأنبوبة الغربالية من الأخرى لم تزل تماما كما هو الحال فى أوعية الزيلم ولكنها مثقوبة بمسام مفتوحة بواسطتها تكون مشتملات الأنابيب المجاورة فى اتصال دائم بعضها ببعض وهذه الجدران العرضية المثقوبة تسمى "الألواح الغربالية" (Sieve-plates) وإذا بلغت الأنابيب الغربالية اشتملت على بطانة (Lining) رقيقة من مادة

تج ٥٣ : ضع بعض سوق صغيرة من نبات عباد الشمس فى مزيج مركب من جزئين من الكحول المثل (Methylated spirit) وجزء من الماء وابقها فى هذا المزيج لاستعمالها عند الزرعم . واقطع فى ساق يكون قد مضى عليها فى هذا السائل ثلاثة أو أربعة أيام ، قطاعات عرضية بموسى مبلولة بالسائل المذكور وانتقل القطاعات الى زجاجة ساعة فيها ماء وبعد أن تبقى فيه بضع دقائق خذ قطعا منها وضعه فى نقطة من الماء على لوحة صغيرة من الزجاج وغطها بالغطاء الشبى والخصه بأضعف شبيثة فى المكروسكوب واعمل رسومات تبين موضع الأجزاء الآتية وصفها :

(١) البشرة .

(٢) القشرة .

(٣) البشرة الباطنة .

(٤) الحزم الوعائية .

(٥) النخاع ونسيج الاشعة النخاعية الموجودة بين الحزم والفص بعد ذلك بالشبيثة القوية واعمل رسومات عن أجزاء صغيرة من الأجزاء المختلفة المذكورة قبل والتفت بنوع خاص الى الزيلم والكاسيوم والفلويم وقارن بشكل (٥١) .

وتبين ما اذا كان الكاسيوم البنى الحزمى قد تكون عرصة الاشعة النخاعية .

تج ٥٤ : خذ قطعة من ساق عباد الشمس طولها ربع بوصة تقريبا تكون قد حفظت كاهو مبن فى التجربة السابقة واقطع منها قطاعات طويلة حتى يمر القطاع فى حزمة وعائية (ولاحظ فى قطع القطاعات الطولية أن تمر الموسى من جانب الى جانب لا من طرف الى طرف) .

ثم الفص أولا بالشبيثة الضعيفة ثم بالقوية واعمل رسومات عن أشكال الخلايا التى ترى فى البشرة والقشرة والفلويم والكاسيوم والزيلم والنخاع على التوالي .

وتبين أى خلايا القطاع الطولى تقابل الخلايا التى نظرت فى القطاع العرضى .

تج ٥٥ : ادرس تشريح الساق من نبات الفول وغيره من النباتات العشبية الشائعة من ذوات الفلقين .

وابدا لفحص القطاعات دائما بأصغر قوة أى بالعين المجردة أو بعدسة جيب جيدة وبعد ادراك نظام الانسجة الشمية ادراكا عاما لفحصها بالقوات الكبرى على الترقى .

السوق الخشبية المعمرة من ذوات الفلقتين

(١) انقسام خلايا الكامبيوم — في الأدوار الأولى من سوق الشجيرات والأشجار يكون نظام الأنسجة وبنائها مثل ما هو في النباتات العشبية القصيرة العمر سواء بسواء . فإذا ازداد عمرها زادت في السمك من سنة الى سنة وفي القطاعات العرضية من مثل هذه السوق السميكة تكون الحزم الوعائية الصغيرة المنعزلة (التي كانت ظاهرة أيام كانت السوق صغيرة السن) رخصة غضة غير ظاهرة مطلقا وأكبر جزء من الجسم المتزايد من الأنسجة في مثل هذه السوق حاصل من انقسام الخلايا الانشائية (Initial Cells) من حلقة الكامبيوم وكل خلية انشائية من الكامبيوم (١ . شكل ٥٢) تنقسم قسمين بواسطة جدار مواز لسطح الساق . وتبقى إحدى هاتين الخليتين على الدوام قادرة على الانقسام . وأما الثانية فاما أن تتحول مباشرة الى خلية دائمة أو تنقسم مرة أو اثنتين تبقى الخلايا المتولدة تتغير بعدهما بالتدرج حتى تصبح عناصر دائمة والتغير الى خلية أو خلايا دائمة قد يحصل في إحدى الاثنتين المتولدتين عن انقسام الخلية الانشائية فإذا كانت الخلية الداخلية تتوقع تضاف الى الزيلم (ز) وإذا تغيرت الخلية الخارجية زادت حجم الفلويم (ل) وانقسام خلايا الكامبيوم ونمو الحواصل وتكشفها يستمران من الربيع الى الخريف . أما في الشتاء فإن انقسام الخلايا يقف أو ينقص نقصانا كبيرا وبما أن الكامبيوم يمتد على شكل أسطوانة مستمرة داخل الساق فإن في كل فصل نمو تضاف أسطوانة زيلمية خارج الاسطوانة الموجودة من قبلها ويضاف مثل ذلك على الفلويم من داخله . ومقدار الزيلم الذي يولده الكامبيوم هو دائما أكثر من مقدار الفلويم بكثير وزد على ذلك أن نسيج الفلويم يشتمل على الأخص على عناصر رقيقة الجدران وهذه تصبح صفائح رقيقة بواسطة ضغط الزيلم

(شكل ٥٢)

(شكل ٥٣)

المتمدد والقلف المقاوم . أما الزيلم فجأله من خلايا جدرانها سميكة وأوعية كذلك لا يتأثر إلا قليلا بهذه الطريقة . وفي القطاعات العرضية من الجزوع (Trunks) والفروع من الشجر والشجيرات يظهر الكامبيوم للعين كأنه لا يولد إلا زيلما فقط .

(ب) الحلقات السنوية (Annular Rings) العقد — إذا نشرت شجرة على عرضها ونعم السطح المقطوع بأزمل لوحظ في الخشب عدد من مناطق حلقة (شكل ٥٣ و ٥٤) هذه المناطق تسمى "الحلقات السنوية" ويمثل كل منها النسيج الزيلمى الذى أنتجه الكامبيوم أثناء فصل واحد . ومن ابتداء هذا الفصل الى ابتداء الفصل الثانى . تمضى فى العادة سنة كاملة . ولذلك فى الساق التى عمرها سنتان يرى حلقتان والتى عمرها ثلاث سنوات ترى ثلاث حلقات وهلم جرا (شكل ٥٣) .

وأنة نظرا لوجود بعض فروقات بين الزيلم المتكون فى بدأ فصل النمو وبين ذلك المتولد فى النهاية يمكننا أن نرى هذه الاضافات السنوية المطردة فى الزيلم على شكل أشربة ظاهرة وإلا فإنه اذا كانت العناصر التى يولدها الكامبيوم كلها واحدة الطبيعة طول حياته لم يكن ممكنا أن تعين النقط التى وقف عندها الكامبيوم أو عاود نموه .

وإذا غاور الكامبيوم النمو فى الربيع أحدث أوعية وخلايا أرق جدرا وأوسع تجويفا من تلك التى يصنعها فى الصيف والخريف فى كل حلقة سنوية وعلى ذلك يرى جزآن منينان أو أكثرهما (أولا) طبقة من خشب الربيع يتكون من أول فصل النمو (ثانيا) طبقة مما يسمى "بخشب الخريف" يتكون فى أواخر الصيف والخريف .

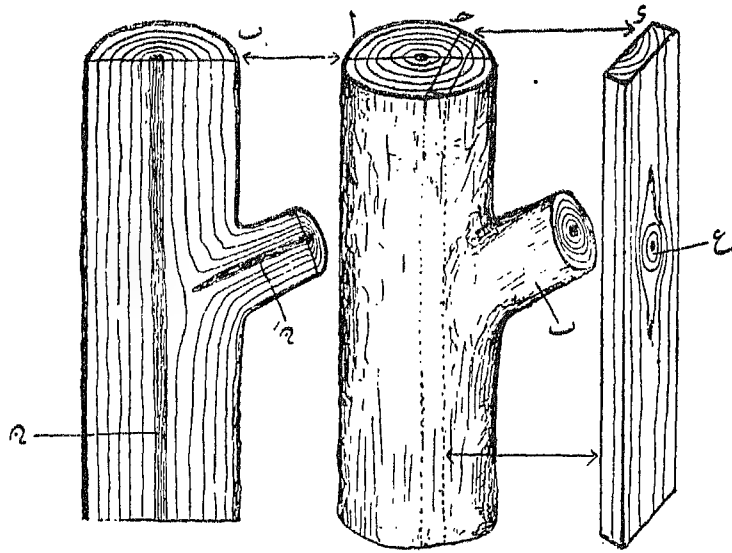
وخشب الربيع فى العادة رخو القوام باهت اللون وأوعيته فى كثير من الأشجار من السعة بحيث تبدو للعين كأنها منطقة من المسام .

أما خشب الخريف فهو أصلب قواما وأقم لونا وعدد أوعيته قليل بالنسبة لخشب الربيع وتكون صغيرة فلا تراها العين .

وكامبيوم الساق مستمر مع كامبيوم الفروع (شكل ٥٤) وإذا قطع قطاع طولى منها وجد أن الاضافة السنوية لخشب الساق مستمرة فى الفروع أيضا وإن كان مقدارها المضاف سنويا أقل من الزيادة فى كامبيوم الساق وعلى ذلك فتكون الحلقات السنوية فى فرع ما أضيق منها فى ساق عمرها عمر ذلك الفرع . ويلاحظ من الشكل الساق أن الأجزاء القاعدية من أى فرع تصبح مطمورة فى الخشب الذى يضاف على الساق من سنة الى أخرى ولذلك فبقطع لوحة طولية كما هو مبين فى (ح) فإن الجزء المطمور من الفرع يقطع قطعاً عرضيا تقريبا ويبدو على شكل عقدة بيضية (ع) .

(ج) العناصر التى ينتجها الكامبيوم — الأشعة النخاعية . بما أن الكامبيوم يقع بين الزيلم والفلويم فظاهر أن الزيلم الأولى والفلويم الأولى من الحزم الوعائية المكونين أولا لابد أن يدفعا بالتدريج بواسطة الزيلم الثانوى والفلويم الثانوى اللذين ينتجهما الكامبيوم . ولذلك فى السوق الكبيرة السن يرى الزيلم الأولى محيطة بالنخاع فى المركز ويرى الفلويم الأولى بالقرب من الخارج (ج . شكل ٥٦) .

والعناصر المكونة للزيلم الثانوى مشابهة لتلك التى تكون الزيلم الأولى وهى : الأوعية والقصبيات (Tracheid) والاليف والخلايا اللبينة والبرنشيمة الخشبية على أن الأوعية والقصبيات لا تكون لولبية التخانة أو حلقة مطلقا بل ذات نقر مضفوفة وثخانات شبكية .



(شكل ٥٤)

(١) ساق شجرة عمرها ست سنوات وفيها فرع ف ؛ (ب) قطاع طولى فى نفس الساق
يبين كل الحلقات السنوية ماعدا الحلقة الأولى المستمرة فى الفرع ؛ (د) لوحة طولية مقطوعة
من أ. (ع) عقدة (قطاع عرضى من الفرع ف) .

(شكل ٥٥)

كل هذه العناصر قد تكون موجودة أو قليل منها فقط . مثال ذلك : زيلم
شجرة "اليو" (Yew) فإنه يشتمل على قصبيات فقط أما جرم الزيلم فى الأشجار
المخروطية فيشتمل على القصبات والبرنثيمة الزبابية أما خشب أغلب ذوات
الفلقتين فيشتمل على هذه العناصر جميعها وعناصر الفلوم الثانوى مشابهة لعناصر
الفلوم الأولى أى الأنايب الغربالية وخلاياها المرافقة والبارنثيمة وفى بعض
الأحيان توجد ألياف من الفلوم وخلايا ليفية حية وبعد تأدية الأنايب
الغربالية والخلايا المرافقة وأكثر برنثيمة الفلوم وظيفتها مدة من الزمن وهى
توصيل الغذاء تصبح فارغة وفى الأجزاء الكبيرة السن تضغط هذه العناصر
وتكون كتلة غير منتظمة لا يرى فيها تجاوز خلاوية وإذا كثرت الألياف الفلومية
ذات الجدران الغليظة كما فى شجر اللبمون وغيره من الأشجار يظهر الفلوم
فى القطاعات العرضية على شكل أشرطة حلقة رقيقة .

وفضلا عن ذلك فإن بعض خلايا حلقة الكامبيوم تتغير حتى تصبح خلايا
أشعة نخاعية (م . شكل ٥٣) والأشعة النخاعية الأولية الواقعة بين الحزم
الوعائية المتكونة أولا فى الساق غير السمكية تمتد بواسطة الكامبيوم البنى
الحزمى عند ابتداء السماكة فيها ولذلك تمتد دائما من النخاع الى ما بعد
الفلوم وتكون أشعة نخاعية ثانوية جديدة بعد ذلك بواسطة بعض خلايا
من حلقة الكامبيوم فى فترات متتابة غير منتظمة أثناء الازدياد فى السماكة
وهذه الأشعة النخاعية الجديدة تمتد من الحلقات السنوية من الزيلم الذى
ظهر فيه أولا الى حلقات الفلوم المقابل فى الجانب الآخر من الكامبيوم
ولذلك فهى أى الأشعة النخاعية ذات أطوال مختلفة والأشعة النخاعية تختلف
عرضها حتى فى ساق واحدة . وفى بعض الأحوال تكون سماكتها سماكة خلية
واحدة وفى القطاعات العرضية لا تكاد تراها العين . أما فى غيرها من أنواع الزيلم

فان كثيرا من هذه الأشعة يكون على سماكة عادة خلايا . وفي القطاعات العرضية تلوح على شكل أشرطة نصف قطرية خفيفة اللون ظاهرة وهي في القطاعات الطولية القطرية ، اذا أمكن رؤيتها ، تظهر كأشرطة عرضية ذات أقطار تجرى من النخاع الى الخارج ويكون للأشعة الأولية أكبر عرض رأسى (شكل ٥٤) .

وفي القطاعات الطولية المشطورة بالميل على نصف قطر الساق لا يرى إلا أجزاء صغيرة فقط على شكل بقع أشبه بالنخالة وخلايا الأشعة النخاعية هي على شكل قوالب الطوب وتكون ذات جدران تحينة منقرة ذات مشتملات خلوية حية تبقى بها مدة طويلة . وهي توصل شيئا من الحاصلات الزائدة التي تصنع في الأوراق وفي الشتاء تخزن بها النشا وغيره من المواد الزائدة لاستعمالها في الفصل التالى ويدور الهواء على كل أجزاء الزيلم والفلويم في الخلال الخلوية الكائنة بين خلايا الأشعة النخاعية .

(٥) الخشب الصمى (Heart-wood) والخشب العصيرى (Splint-wood) .

في السوق القديمة من البلوط والجوز وغيرهما من الأشجار يكون خشب الحلقات السنوية الموجودة في مركز الشجرة أثقل وأصلب وأقمت لونا وأجف من خشب الحلقات التي هي بالقرب من الكامبيوم ويسمى هذا الخشب القائم "بالخشب الصلب" أو "الصمى" ويسمى التالى المحيط به وهو أفتح لونا من السابق وأطرا قواما "بالخشب الرخو" أو "الخشب العصيرى" وليس عرض الخشب العصيرى أو عدد الحلقات السنوية التي يشغلها واحدا في كل الأشجار ولا هي سواء دائما في نفس أفراد نوعها اذا تساوت أعمارها .

الخشب العصيرى هو الجزء الذى ينقل العصارة وكثير من خلاياه البارانشيمية لاتزال حية . فالنشا والسكر وغيرها من المركبات التى يغشاها الفطر تكون فى العادة مخزونة فيها . ولما كانت عرضة للعفن فهى لاقيمة لها فى الانجار .

أما الخشب الصلب فهو بمثابة دعام قوى لباقي الشجرة . فأوعيته لم تعد تحمل ماء وبرانشيمة الخشب والأشعة النخاعية قد فقدت مشمولاتها الحية وتجاويف خلاياه قد سدتها أنواع شتى من المركبات الصمغية والراتنجية وقد يوجد فيها كربونات الكلس . وتسدد تجاويف الأوعية أيضا نتوءات أى بروزات أشبه بالأيكاس المتثلثة تسمى "تيلوسات" (Tyloses) . وتوجد مادة الدباغ (التنين) وغيرها من المواد الملونة فى غشاءات خلايا الخشب الصلب وتجاويفه فى كثير من الأشجار . وبعض هذه المواد يكون بمثابة وقايات من غشيان الحشرات والفطر واليهما ترجع صلابة الخشب المذكور . وهذا وأنه وان وجد تباين عظيم فى لون الخشب الصلب والخشب العصيرى الرخو فى أشجار البلوط والجوز والتفاح وأنواع شتى من الصنوبر وكثير غير هذه من الأشجار فان هذا الفارق غير ملحوظ للعين فى كثير غيرها من الأشجار ولكن يمكن تمييز الخشب الصلب فى هذه الأشجار من الخشب العصيرى الرخو بجفافه وان كان يوجد فى بعض الاحيان عدد قليل من الخلايا الحية فى الخشب الذى بهذه الصفة ممتدا فى غضون النخاع حتى فى الأشجار الطاعنة فى السن . والأشجار التى من هذا القبيل عرضة لأن تكون مجوفة أكثر من تلك التى يوجد فيها الخشب الصلب ملونا .

(هـ) البشرة أو البريدرم (Periderm) — فى السوق العشبية السنوية والمعمرة تنمو البشرة أو الأبيدرم والقشرة الأولية فى الوقت الذى يكون فيه الكامبيوم آخذاً فى زيادة حجم الزيلم والفلويم فى الاستطوانة الوعائية

ملائى من الهواء ، وجدرانها رقيقة فى الغالب ذات لون ضارب الى السمرة ولا تقبل تسرب الماء أو الغازات من خلالها والفلى الذى يستعمل سدادات للقناني والدوارق يقطع من النسيج الفلى السميك ومن شجر البلوط الفلى لما ينشأ الفلوجن فى طبقة عميقة من الخلايا الفلية أو فى الپريسيكل تصبح كل الأنسجة الكائنة خارجها مقطوعة عن الماء الغذاء بواسطة الفلى المتكون . وهذه الأنسجة تجف تبعاً لذلك وتكون هى والفلى ما يسمى "بالقلف" (Bark) فى عرف النباتيين وإن كان هذا اللفظ إنما يطلق فى الكلام المتعارف على كل الأنسجة الكائنة خارج كامبيوم الساق .

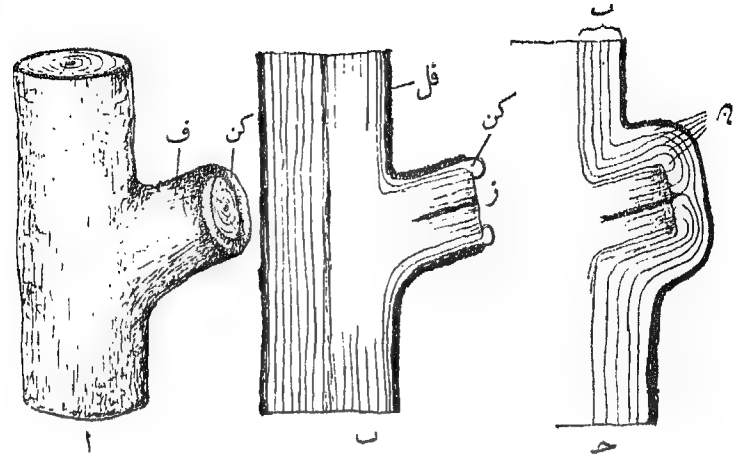
ويوجد على السطح الخارجى من بشرة أكثر الفروع والسوق الخشبية بقع صغيرة سمراء اللون أو بيضاء منتشرة هنا وهناك وهذه تسمى "بعديات" (Lenticels) وترى هذه البعديات واضحة على درنات البطاطس وصغار الفراخ من أشجار التفاح والكهوى . أما على الفراخ العادية فهى تنشأ فى المواقع التى تحدث فيها الثغور (Stomata) فى البشرة وتكون وظيفتها إذ ذاك ادخال الهواء فى غضون البشرة حتى يصل الى الخللا الخلوية من الأشعة النخاعية وغير ذلك من أجزاء الساق .

(و) اندمال الجروح على السوق الخشبية — الجروح التى تصيب الأجزاء البرنشيمية الطريئة من السوق العشبية ، والأوراق ، والدرنات ، والثمار تندمل بسرعة بتكون طبقة من الخلايا الفلية الناشئة من الخلايا التى كشفها الجرح ولم يصيبها ضرر . وذلك أنه اذا تكشف الخشب البالغ من ساق أو فرع (ف . شكل ٥٧) تغطى بما يمتد شيئاً فشيئاً من نسيج يصنع الكامبيوم على الأخص . فإن الكامبيوم الذى كشفه الجرح ، والخلايا الصغيرة من الزيلم والفلويم تنشئ فى المبدأ كتلة من نسيج برنشيمى طرى يسمى "الكتنب" (Callus).

(كن) سرعان ما يتكون في الأجزاء الخارجية منه كامبيوم فلي . أما في داخله فينشأ كامبيوم يتولد منه زيلم وفلويم نهائيا ، ومن ثم تمتد الأنسجة الجديدة التي أنشأها الكامبيوم عاما فعاما الى الداخل شيئا فشيئا فوق الخشب المكشوف . (ف) حتى تتصلب الأطراف بعضها ببعض وبعد ذلك يبقى الكامبيوم كطبقة ممتدة فوق السطح المجروح (ج . شكل ٦) . واعلم أن الخشب الجديد المتكون إذ ذاك على شكل طاقية تغطي جميع الخشب القديم المكشوف (ف) لا يتحد بالفعل مع القديم ولذلك يمكن معرفة موضع الجروح القديمة في الخشب في القطاعات . ولو كانت الجروح قد نمت نموا كاملا ودفنت في الأنسجة التي تكونت بعد ذلك أثناء النمو حتى لم يعد يرى علاقة خارجية تدل على وجودها . ويتوقف طول الوقت اللازم لتغطية جرح ما على حجمه ، وعلى مقدار قوة نمو الكامبيوم وتغذيته . والجروح التي يكون القطع فيها سويا أسرع الى الاندمال من الجروح المفترضة ، ولذلك يحسن اذا قطعت فروع كبيرة بالمنشار أن تشذب الحواف المكشوفة من الكامبيوم أو تقلم بأزميل حاد أو سكين . ويجب في الجروح التي يكون فيها جزء كبير من خشبها القديم عاريا لا يمكن أن ينمو عليه النسيج السابق الوصف في وقت قصير ، أن يغطي هذا الجزء من السطح المجروح بالقطران المعروف بقطران استوكهولم أو بمادة معقمة شبيهة بذلك يدهن بها الجرح لينع تعفنه .

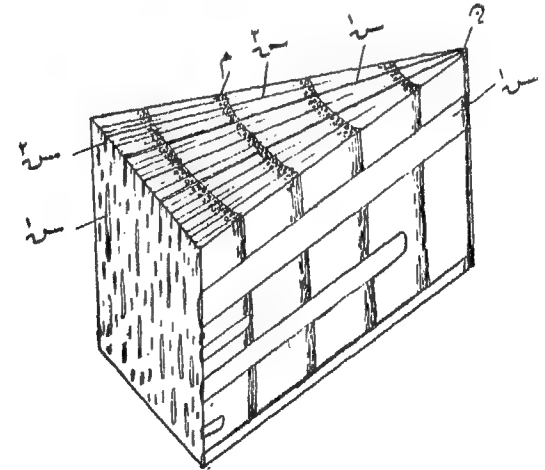
تج ٥٦ : أقطع فروع صنّاف مختلفة العمر بين سنة واثنتين وثلاثة ونعم السطح المقطوع بسكين حاد . ولاحظ الحلقات السنوية في كل منها وأعمل قطاعات طولية من عساليج الصفصاف ولاحظ نظام النمو السنوي حيث تتصل قطعة بأخرى أصغر منها بسنة (قارن ذلك بشكل ٥٣) وأعمل ملاحظات كهذه عن غير الصفصاف من الأشجار الشائعة ما استطعت .

تج ٥٧ : الخوص ألواح من أنواع مختلفة من الخشب . لاحظ نظام الحلقات السنوية على الجوانب وعلى الأطراف . حاول أن تعين هل قطعت الألواح من قرب وسط الأشجار أم من خارجها ؟ لاحظ أيضا توزيع العقد وحجمها .



(شكل ٥٧)

(١) ساق فيها فرع ف مقطوع ، كن = كنب (ب) قطاع طول من أ ؛ كن = كنب كونه الكامبيوم المكشوف ؛ ز = زيلم مكشوف من الفرع .
(ح) قطاع طول بعد أن تغطي الزيلم المكشوف من الفرع تغطيا كليا بنمو خمس سنوات (د)



(شكل ٥٨)

رسم بياني يرى منظر قطعة من الخشب مأخوذة من شجرة عمرها خمس سنوات : مقطوعة قطعا نصف قطري ، وبمماسها .
د = نخاع ؛ ش^١ = أشعة نخاعية ابتدائية ؛ ش^٢ = أشعة نخاعية ثانوية ؛ م = منطقة زيلم الربيع : الاسفنجي .

تج ٥٨ : اقطع ككلا (كما فى شكل ٦٢) من أنواع شتى من الخشب المعتاد . واخص كلا منها بالعين المجردة ثم بعدسة الجيب . لاحظ هل توجد بها أوعية واسعة فى المنطقة الربيعية من الحلقة السنوية وعدد الأشعة النخاعية وسعتها وغير ذلك من الميزات الأخرى فى قطاعات عرضية وطولية ؟

تج ٥٩ : لاحظ وضوح الخشب الصمغى من القطاعات العرضية من شجرة اللبغ وغيرها من الأشجار . واختبر ما إذا كان الخشب العصىرى أصلب أو أرنى من الخشب الصمغى .

تج ٦٠ : لاحظ نمو الكنب (Callus) عند حافة الجرح حيث قطع فرع سميك نوعا من شجرة مشمش أو غيرها .

تج ٦١ : هي قطاعات عرضية من ساق نبات قطن صبرى ، وضعها فى نقطة من الماء أو الجليسر وعمل عن الأجزاء صورة تخطيطية كما تراها بالشيئية الضعيفة ثم استعمل بعد ذلك الشيئية الكبرى من المكروسكوب وعمل رسومات عن قطع صغيرة من البشرة والقشرة والفل والفلوجن والفلوم والكامبيوم والزيلم والنخاع والأشعة النخاعية .

اقطع قطاعات طولية من ساق القطن المذكورة واخص مختلف الأجزاء وعمل عنها رسوما تخطيطية .

سوق ذوات الفلقة

يرى فى القطاعات العرضية من ساق ذوات الفلقة المفردة فرق ظاهر فى نظام الحزم الوعائية عما يرى فى ذوات الفلقتين فهى بدلا من أن تكون منتظمة فى حلقة مفردة تبدو مبعثرة فى دوائر عديدة غير منتظمة فى غضون النسيج الأساسى (شكل ٥٩ ٦٠) والعادة فى القشرة أن تكون ضيقة جدا وغير ظاهرة ويندر وجود نخاع متميز . وأما الحزم فهى موجودة فى الورقة والساق كما فى ذوات الفلقتين ولكنها عند دخولها من الورقة تتحنى بالتدريج الى الداخل الى قرب وسط الساق ثم تتحنى الى الخارج ثانيا ، وفى النهاية تتصل بغيرها من الحزم بالقرب من خارج الساق . وفضلا عن هذه الفروق فإن القياس يرى أن الأجزاء التى هى أكبر سنا من تلك السوق أى الأجزاء التى وقفت عن الاستطالة لا تكون أسمك من الأجزاء الصغيرة بالقرب

من الطرف ومعنى ذلك أن السوق في أكثر ذوات الفلقة المفردة لا تزداد في السمك بمجرد انقطاع نموها في الطول .

وعدم هذه القدرة على الازدياد في السمك راجع الى أن الحزم الوعائية خالية من نسيج كامبيومي وأن ليس بها مرستيم يتكون في النسيج الأساسي إلا في بعض أحوال خاصة تترك البحت فيها الآن وتسمى الحزم الوعائية التي ليس فيها كامبيوم "بالحزم المقفلة" (Closed Bundles) وفي أكثر نباتات الفصيلة النجيلية تكون أوعية الزيلم في كل حزمة قليلة العدد ، وتبدو في القطاعات العرضية منتظمة على شكل رقم ٧ (شكل ٦٠ و ٦١) ، ويكون الوعاء القريب من مركز الساق حلقيا . وأما باقي الأوعية فتكون تحاناتها لولبية . فأما القصبيات فليست غير شائعة ، وأما البرانشيما الزيلمية الرفيعة الجدر فهي موجودة دائما .

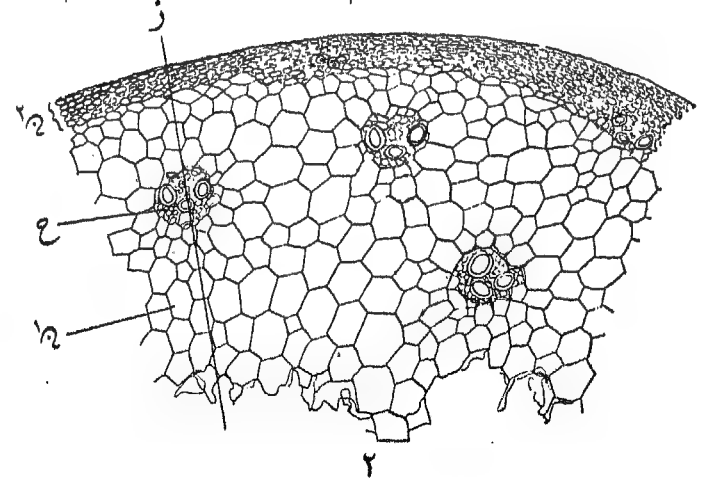
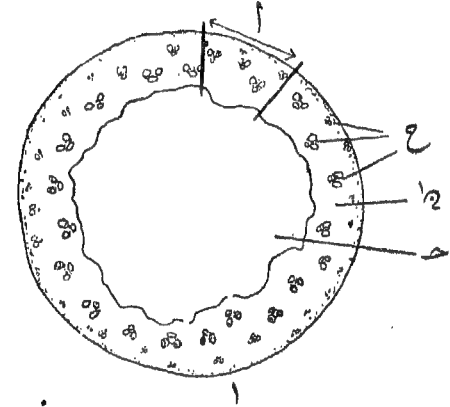
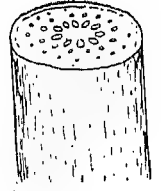
والفلويم الذي يقع بين الأطراف السائبة من الزيلم الذي على شكل رقم ٧ يشتمل كلية على أنابيب غربالية وخلايا مرافقة . فأما النسيج الأساسي الذي يحيط بكل حزمة مباشرة فهو في الجملة سميك الجدر ويكون بمثابة دعامة ميكانيكي ووقاية للأجزاء الطريضة من الحزمة . ويوجد مثل هذا النسيج الأساسي الغليظ الجدار تحت البشرة بمقدار أكبر من ذلك أو أقل فأما الباقي فيكون نسيجا رقيق الجدران .

تج ٦٢ : اعمل قطاعات من سوق الذرة الشامى والهلون ولاحظ بواسطة عدسة جيب منتشر نظام الحزم الوعائية (شكل ٦٠) .

تج ٦٣ : اعمل قطاعات رقيقة عرضية من ساق القمح أو الشعير . والخصب بالشبيثة الضعيفة من المجهر ولاحظ سمك الجدران الغليظة من خلايا البشرة والنسيج الأساسي المجاور . لاحظ الحزم الوعائية المنتشرة والمركز المجوف . اعمل رسما تخطيطيا عن حزمة وعائية واحدة كما ترى بالشبيثة الضعيفة المجهرية ولاحظ أن لا كامبيوم بها .

(شكل ٥٩)

قطاع عرضي في ساق نبات هليون صغير (مكبرا ثلاث مرات) .



(شكل ٦٠)

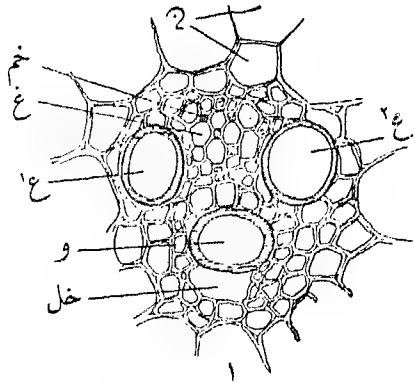
(١) قطاع عرضي في ساق نبات شعير . ح = حزم وعائية ؛ د = نسيج أساسي ؛ ح = تجويف فارغ (مكبرا أربعة عشر قطرا) . (٢) منظر القطعة المكبرة . د = خلايا نخينة الجدران من النسيج الأساسي والبشرة ؛ د = خلايا رقيقة الجدران من النسيج الأساسي ؛ ح = حزمة وعائية (مكبرا ٩٠ قطرا) .

خذ قطعتين أو ثلاثة من قش الشعير أو القمح طول كل منهما سنتيمتر تقريبا واكسبها حتى تكون مفروجة وامسك بها بين أصبعيك ثم اقطع منها قطاعات طويلة . يربعضها في حزمة وعائية كاملة وبعضها في جزء منها ثم افحص القطاعات أولا بالشبابة الضعيفة وثانيا بالشبابة القوية واعمل رسوما تخطيطية عن البشرة وعن النسيج الأساسى الرقيق الجدران والسميكها وعن الأوعية المستديرة أو الحلزونية من الزيلم .

الجذر

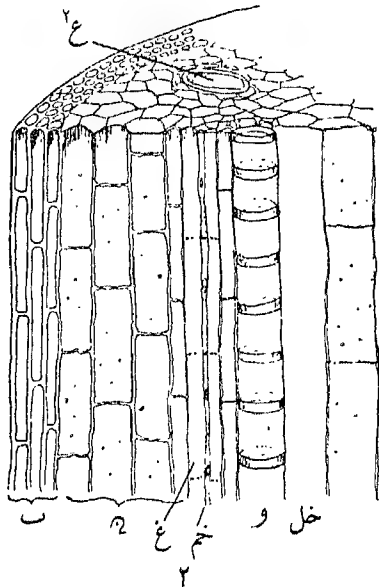
انخرج جزء من الجذر الصغير السن أى الجزء الذى يقابل بشرة الساق فى وضعه يشتمل على طبقة مفردة من الخلايا تسمى "الطبقة الشعرية" (Piliferous) وعملها المهم المباشر امتصاص السوائل المائية من التربة . فى قطاع عرضى (٢ . شكل ٦٢) مأخوذ عند نقطة ليست بعيدة عن الطرف الأقصى من الجذر يرى عديد من خلايا هذه الطبقة زائد الاستطالة ، هذه هى الشعور الجذرية التى سبق الكلام عنها فى الفصل الثالث . وجدران الخلايا كلها رقيقة وغير ذات أديم ، ثم هى سريعة الانفاذ للماء ، فتختلف بذلك عن خلايا البشرة التى تغطى الأجزاء الظاهرة فوق سطح الأرض .

وتحت الطبقة الشعرية توجد القشرة (ق) وهى متصلة بنفس النسيج الأساسى الموجود فى الساق . وخلايا القشرة بارئشمية فى العادة رقيقة الجدران كثيرة الخلال الخلوية . أما الكلوروبلاستات فكثيرا ما تكون مفقودة ويعزى الى فقدانها هذا اصفرار اللون فى معظم الجذور الحديثة وأدخل طبقة من القشرة وهى ما تسمى "البشرة الباطنية" (Endoderms) أو الأندودرم (ند) واضحة الظهور فى الجذور . خلاياها ملتحمة بعضها ببعض على شكل دائرة متظمة ، وهو نظام يمنع تسرب الغازات من الخلال الخلوية فى القشرة الى الأنسجة الموصلة للماء فى الأسطوانة المركزية (Central Cylinder) . أما انتقال الماء من الشعور الجذرية والقشرة خلال الأندودرم الى أنسجة الاسطوانة المركزية المشار اليها فلا يعترضه شئ .



(شكل ٦١)

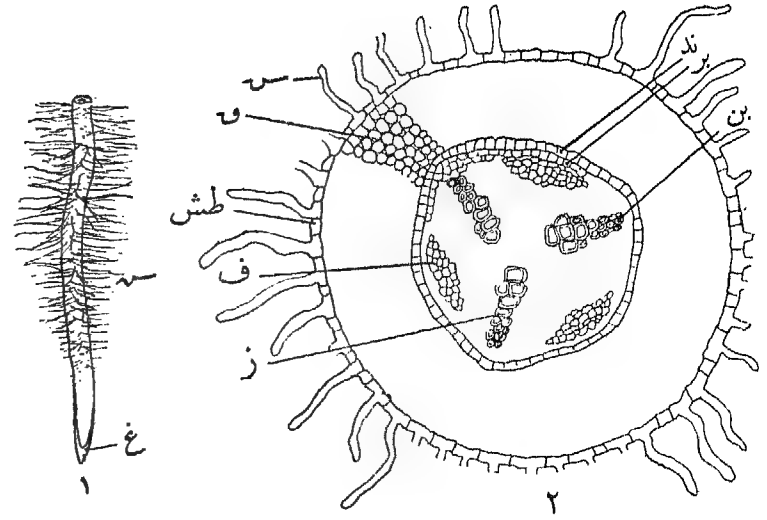
- (١) قطاع عرضى من حزمة وعائية فى ساق شعير (مكبرا ٤٢٠ قطرا) .
 (٢) قطاع طولى فى جزء نسيج أساسى وحزمة وعائية على استطالة زى الشكل السابق .
 ب = بشرة وخلايا نسيج أساسى سميك الجدران ؛ د = خلايا نسيج أساسى رقيق الجدران ؛ غ = أنبوبة غربالية ؛ خم = خلية مرافقة من الفلويم ؛ و = وعاء حافى ، ع^١ ، ع^٢ أوعية أولية من الزيلم ؛ حل = خلايا خلوية .



والاسطوانة المركزية في أغلب الجذور أقصر قطرا منها في الساق وأقل برشيمة وإن كانت الأولى ممتدة من الأخرى. أما أهم الفروق بين السوق والجذور فهي في ترتيب الأنسجة في الأسطوانة المركزية فالبريسيكل (بر) يشتمل على طبقة واحدة من الخلايا أو عدة طبقات كما هو الحال في بريسيكل الساق. من هذا النسيج الباطني تنشأ كل الجذور الثانوية وهذه يتختم عليها أن تخترق القشرة المحيطة بها حتى تبدو على الجذور من الخارج (أنظر شكل ٩) وكذلك الأجزاء الزيلية (ز) والفلويمة (ف) من الحزم الوعائية فإنها مرصوفة على التبادل جنبها إلى جنب على امتداد أنصاف أقطار منفصلة مرسومة من مركز الجذر وبينها شيء من النسيج الأسامي على شكل شرائط صغيرة وهذا يخالف ما في الساق إذ الحزم الوعائية فيها مقترنة متصلة .

وزد على ذلك أن أول ما يتكون من عناصر الزيلم الأولى الضيق الفوهة تكون أقربها إلى الخارج . أما في الساق فإنه يكون أقرب إلى المركز وتوصف الجذور تبعا لعدد شرائط الزيلم المنفصلة بأنها ثنائية الشرائط أو ثلاثيتها كما في شكل (٦٢) أو متعددة الشرائط إذا كانت الشرائط في الأولى اثنتين وفي الثانية ثلاثة وفي الثالثة أكثر من ذلك .

وعدد سطور الجذور الثانوية يطابق في العادة عدد شرائط الزيلم الأولى في الجذر الأصلي ، كل سطر متكون من البريسيكل في موازاة شريط من الزيلم وتولد الزيلم الأولى في كل الجذور يسير إلى الباطن ويغلب أن يستمر في ذلك حتى تجتمع الشرائط وتتحد فتكون كتلة المركز وتشغل فراغ النخاع كله . ومع ذلك فإن النخاع يوجد في بعض الجذور ولا سيما جذور ذوات الفلقة المفردة من النباتات .



(شكل ٦٢)

(١) جذور بازلاء صغيرة السن . ش = شعيرات جذرية من الطبقة الشعرية ؛ غ = غطاء جذري . (قدرا الحجم الطبيعي مرتين) .

(٢) قطاع عرضي في جذور بازلاء صغيرة بالقرب من ش في أ . ش = شعيرات جذرية ؛ ط = قشرة ؛ ش = طبقة شعرية ؛ ند = اندودرم ؛ بر = بريسيكل ؛ ز = شريط زيلم ؛ بن = بروتوزيلم ؛ ف = شريط فلويم . (مكبرا ٤٨ قطرا) .

واقطع بمقطع قطعة من الجزء الخارجى من الجذرحتى تكون الشعيرات فيها وضعتها فى ماء واغسلها أولا بالشبئية الضعيفة من الميكروسكوب ثم بالقوية .

تج ٦٥ : اعمل قطاعات عرضية من جذرفولة أو بازلاء صغير السن مارا بالجزء الذى يحمل الشعيرات وضعتها لمدة ٢٠ دقيقة فى ماء جافيل (تجربة ٧٠) واغسلها ثم ضعها فى جليسرين ثم اغسلها أولا بالشبئية الضعيفة من الميكروسكوب . ولاحظ الطبقة الشعرية التى تحمل الشعيرات الجذرية والقشرة البرنشيمية والاسطوانة الوعائية المركزية واعمل عن ذلك صورا ثم اغسلها بالشبئية القوية واعمل رسومات عن شرائط الزيلم والفلويم وعن البريسكل والانودودرم .

تج ٦٦ : اعمل قطاعات عرضية فى الأجزاء الكبيرة السن من جذورالبازلاء أو الفول بالقرب من حيث ابتدأت الجذور الجانبية فى الظهور . واغسلها ووضعتها بماء جافيل . وضعتها فى الجليسرين واعمل صورة عن قطاع منها يرى الجذور الجانبية وهى تحترق طاريقها فى القشرة .

الأوراق الخوصية (Foliage leaves)

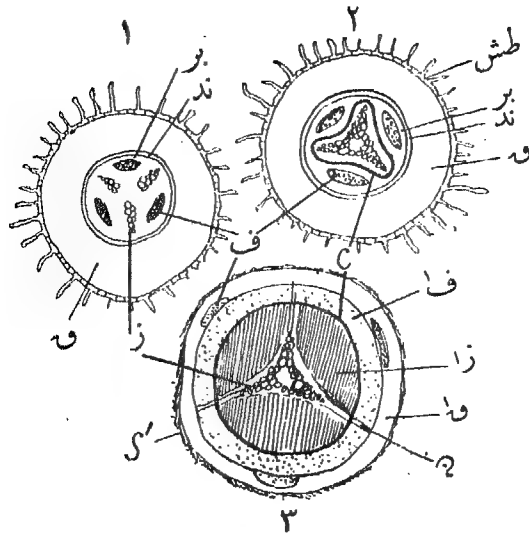
تتألف الأوراق من نفس الأنسجة التى تتألف منها الساق والجذر أى من البشرة والحزم الوعائية والنسيج الأساسى ولكن نظام هذه الأنسجة وتركيبها فى الورقة مخالف لها فى الساق والجذر فالحزم الوعائية الآتية من الساق تجرى فى الورقة . وفى ذوات الفلقنتين تتفرع مرارا فى مستوى واحد حتى تكون شبكة رقيقة من الخيوط . وهذه توصل العصارة الى أجزاء الورقة ومنها وفى نفس الوقت تقوم مقام صقالة يقوم عليها النسيج الأساسى . أما فى ذوات الفلقة المفردة فان الأفرع الأصلية من الحزم وهى التى تدخل الورقة فتفسير موازية بعضها لبعض وتربطها خيوط مائلة أصغر من تلك والحزم الوعائية فى الورقة "محدودة" مقفلة دائما إذ لا حاجة الى كامبيوم متنشط فى أجزاء النبات التى هى محدودة النمو كهذه الأجزاء وبما أن الحزم تنحى اذ تخرج من الساق داخلية فى الورقة بلا التواء فان الزيلم يقع أقرب ما يكون من السطح الأعلى من الورقة والفلويم أقربها الى السطح الأدنى واذا استثنينا فقدان

وتزداد جذور النباتات المعمرة فى الغلط فى نفس الوقت الذى تغلط فيه السوق ولكن نظرا لاختلاف وضع الأنسجة الأولية لا يكون أول تكون الكامبيوم فيها كما هو فى الساق . فان الكامبيوم يتكون فى الجذور من النسيج الأساسى على باطن شرائط الفلويم ثم فى البريسكل الموازى للزيلم الأولى ، وعلى ذلك ففى القطاعات يظهر الكامبيوم فى أول أدوار وجوده كشريط موج من المريستم (٢ ك . شكل ٦٣) .

واذا أخذ الكامبيوم فى النمو النشط ضاع الحد المتموج على عجل ولاح كأنه حلقة بسيطة من المريستم تحدث الزيلم الثانوى والفلويم الثانوى . بطريقة مشابهة لاحداث كامبيوم الساق العادية .

وفى الجذور التى تزداد فى الغلط ينشأ فلوجين فى البريسكل وهو ينجم كفلوجين السوق المزدادة فى السمك ، فلا من الخارج وفلودرم من الداخل ويترب على تكون حلقة من القل بواسطة الفلوجين ذبول كل الأنسجة الخارجة بالنسبة له وتكشمها وهى الاندودرم والقشرة الأولية والطبقة الرغمية ، أما الأجزاء التى هى أكبر من تلك سمنا فانها بعد أن تصبح مغطاة بيريدرم واق لها تفقد قدرتها الامتصاصية ولا تعمل إلا عمل موصل للمحاليل المائية التى تتمصها الأجزاء الحديثة التى لا يزال عليها الشعر الجذرى . وليان هذا الغطاء الجذرى الخاص الذى يغطى النقط النامية من كل الجذور تقريبا أنظر صفحتى ١٢٩ ١٣٠ ٦ (شكل ٦٣) .

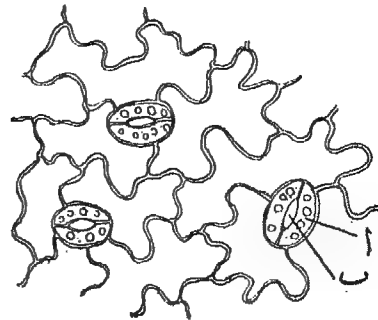
تج ٦٤ : اتقع بعض بزور من البازلاء والشعير فى الماء مدة ست ساعات أو سبع واتركها بعد ذلك تبث على ورقة نشاف رطبة أوخرقة مبللة كما فى التجربة الثالثة . واذا ظهرت الشعيرات الجذرية فاغسلها بعدسة واعمل عنها صورا تحتظيطة ملاحظا مكان أصلها على بعد من الطرف الناقى .



(شكل ٦٣)

رسم ياني يرى في الفتحات الجذرية ثمانية فلقين . (١) قطاع عرضي من جذر صغير السن جدا . (٢) قطاع عرضي من المذكور بعد أن كَوّن الكامبيوم (ك) شريطا متواصلا . (٣) نفسه بعد اذا أخذ الجذر في الثخانة مدة ماء طش = طبقة شعرية ؛ ق = قشرة ابتدائية ؛ ند = اندودرم ؛ بر = بريسيكل ؛ ف = فلويم ابتدائي ؛ ز = زيلم ابتدائي ؛ ك (C) = كامبيوم ؛ ف' = فلويم ثانوي ؛ ز' = زيلم ثانوي ؛ ق' = قشرة ثانوية ؛ شن (S') = أشعة نخاعية ابتدائية .

(شكل ٦٤)



منظر سطحي لبشرة ورقة الفول

(أ) خليتا الثغور الحارستان ؛
(ب) الفتحة الكائنة بينهما . (مكبرا
٣٢٠ قطرا) .

الكامبيوم فان الحزم الوعائية الكبرى في الورقة تشابه تلك التي في الساق . على أن زيلم الشرائط الرفيعة يشتمل على عناصر ذات ثخانات لولبية فقط والأطراف النهائية من الحزم التي تنتهي مقفلة في خلايا النسيج الأساسي من ذوات الفلقين إنما تتكوّن من قصبيات فقط .

أما نسيج الفلويم فيحصل اختزال في عناصره : كلما اقتربنا من طرف الحزمة رأينا أن الأنايب الغربالية والخلايا المرافقة يحل محلها خلايا مفردة لا تمتد إلى نطاق العناصر الزيلمية من الحزمة . ويحيط بكل حزمة من الورق نسيج غمدى من البرنشيمة متصل مع برنشيمة اسطوانة الساق الوعائية . هذه الأغمد الحزمية توصل المواد الكروايدراتية من الورقة إلى الساق وكثيرا ما تشتمل على حبوب نشوية صغيرة .

والبشرة تغطي كل الورقة وهي كبشرة الساق المتصلة بها تشتمل على طبقة مفردة من الخلايا جدرانها الظاهرة ذات أديم (Cuticle) واق .

وإذا نظرت إلى السطح (شكل ٦٤) وجدت الخلايا تقع متضامة بعضها إلى بعض لإحاث تكون الثغور . ويشتمل كل ثغر على خليتين منحنيتين على شكل هلالين متفتحين تسمى كل منهما "الخلية الحارسة" (Guard-cell) وهاتان الخليتان متصلتان بأطرفهما بحيث يبق بينهما ثقب أشبه بالشق . ويجرى الثقب في البشرة إلى غرفة هوائية (Air-chamber) كبيرة نوعا . كائنة في باطن النسيج الأساسي من الورقة مباشرة . وهذه الغرفة متصلة بالمسافات الخلالية المملوءة بالهواء والتي هي منتشرة في كل ورقة وحصول التغير في انحناء الخلايا الحارسة ينقص من حجم الثقوب الثغرية أو يزيد لها ، فإذا كانت الخلايا شديدة الانحناء كان الثقب متسع الفتحة وإذا كانت مستقيمة كان الشق مقفلا . والثغور آلات مهيئة خصيصا بانطلاق بخار الماء في عملية النتح (Transpiration)

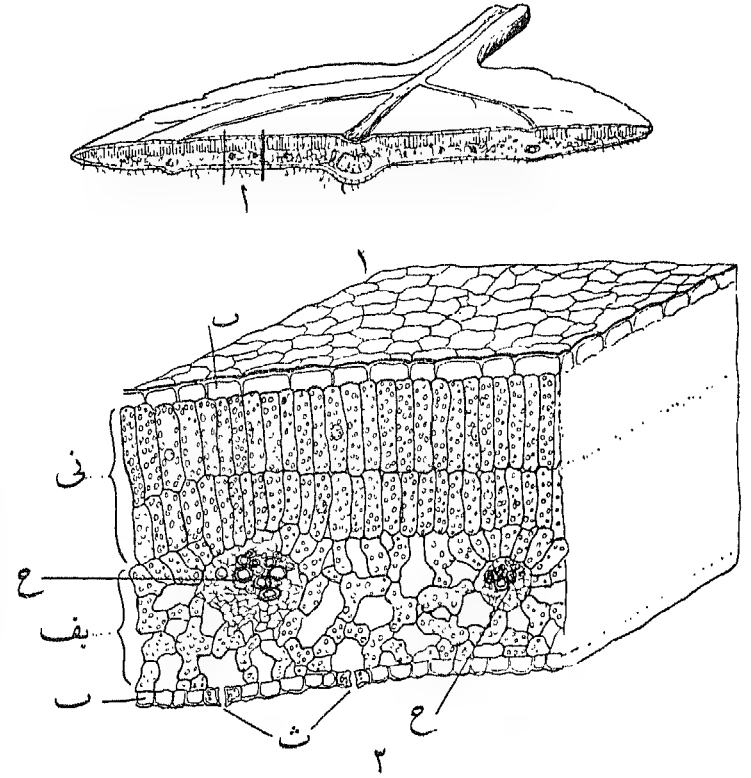
وهي متعلقة أيضا بتبادل الغازات ذلك التبادل الذي يجري بين الحق والهواء الموجود في باطن النبات أثناء عملية التنفس (Respiration) والتمثيل .

ونسج الورقة الأسامي هو امتداد من قشرة الساق ويسمى "الميزوفيل" (Mesophylls) . وهو في الأوراق المفرطة العادية نوعان مفترقان هما (١) البرنشيمة العمادية (Palisade Par.) التي توجد تحت البشرة العليا من الورقة و(٢) البرنشيمة الاسفنجية (Spongy Par.) وهذه تمتد بين النوع الأول وبين البشرة السفلى . وفي شكل (٦٥) صورة قطاع عرضي لورقة هذا والخلايا المكونة للنسيج العمادي ، اسطوانية نوعا ، خلاياها طويلة على زاوية قائمة مع سطح الورقة وليس بينها من المسافات الخلالية إلا قليل جدا . أما خلايا البرنشيمة الاسفنجية فهي مفرطة في عدم الانتظام في الصورة وتحتوي مسافات خلالية كبيرة .

هذا وخلايا الميزوفيلة تشتمل على عديد من الكلوروبلاستات وأكثر ماتكون هذه في الخلايا العمادية وهذا مضافا اليه فقد المسافات الخلالية هو سبب مايرى في السطح الأعلى من الورقة من الاخضرار الزائد عن اخضرار السطح الأسفل .

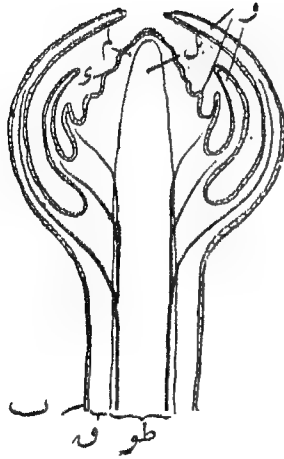
٦٧ تج : اسلخ قطعة من البشرة السفلى من ورقة فول وضعها في الماء . أنظر عدم الانتظام في داي جدران الخلايا والطريقة التي بها يتصل بعضها ببعض . اعمل عن هذه صورا وعن الثغور وخلاياها الحارسة واخص بهذه الطريقة أيضا البشرة السفلى لأوراق اللت والبرقوق والتفاح والبصل والنجليات وغير ذلك من النباتات الشائعة . لاحظ شكل الشعيرات الموجودة .

٦٨ تج : أقطع خمس قطع أو ست من فصول ورقة البرقوق بحيث يكون عرض كل قطعة ثمن بوصة تقريبا وطولها نصف بوصة . ضعها بعضها فوق بعض وامسك بها بين أصبعيك . وأقطع منها قطاعات عرضية . وثبت بعضا من القطاعات الرقيقة جدا في الماء واخصها أولا بالشبيبة الضعيفة من المجهر ثم بالشبيبة القوية واخص الأجزاء التي نراها وهي :



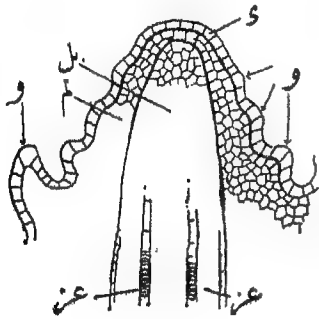
(شكل ٦٥)

(١) قطاع عرضي بيان في ورقة (٢) منظر مكبر للقطعة ١ من القطاع المذكور . ب = بشرة ؛ ث = ثغور ؛ ن = نسيج عمادي ؛ ف = برنشيمة أسفنجية ؛ ح = حزم وعائية . (مكبرا ١٦٠ قطرا) .



(شكل ٦٦)

قطاع عرضى يأتى مارا بقمة ساق = س = الدرما توجين الذى ينشئ البشرة ب ؛ ق = القشرة
الناجمة من البريلم لم ؛ طو = الاسطوانة الوعائية الناتجة من البليروم بل ؛ و = ورق .



(شكل ٦٧)

منظر مكبر لقمة الساق فى الشكل السابق . س = درما توجين ؛ لم = بريلم ؛ بل = بليروم ؛
عز = أوعية البروتوزيلم ؛ و = أوراق أولية .

- (١) البشرتان العليا والسفلى ونواهما ومادتهما الأولية (بروتوبلاسم) والعصارة الخلوية الرائقة .
- (٢) النسيج العادى من طبقات عدة .
- (٣) البرانشيمية الاسفنجية التى يوجد بها كثير من المسافات الخلالية . وربما أمكن رؤية قطاعات ثغر أو اثنين فيها .

تج ٦٩ : افقطع قطاعات عرضية فى أعيان أنواع مختلفة من الورقة وأعناقها (Petiole) أنظر وارسم موضع الزيلم والفلوليم من الخرم الوعائية المقطوعة عرضا . ولاحظ صفاتها . وأنظر أيضا غلط جدران الخلايا المحيطة بالخزم وطبيعة محتوياتها وارسم ذلك أيضا .

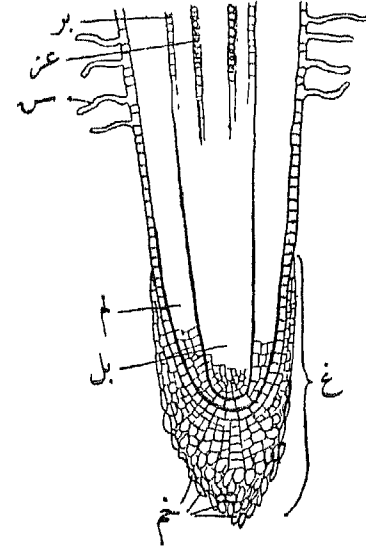
تج ٧٠ : حضر قليلا من ماء جافيل بأن تذيب أولا أوقيتين من كربونات الصودا فى باينت (٥٧٠.٠ لتر) من الماء ثم أضف اليه أوقية من مسحوق التبييض ودع المخلوط يهدأ بعد تحريكه وصف السائل الرائق فى زجاجة محكمة السدادة وابقها بعد ذلك فى ظلام .

راجع قليلا من الأوراق الرقيقة واقتلها بغمسها فى الماء الغالى دقيقة واحدة . ثم ضع هذه الأوراق فى شيء من ماء جافيل بضع ساعات ثم اذا ابيضت انزعها منه واغسلها فى الماء مدة ساعة أو اثنين ثم نبها بعد ذلك فى جليسرين واغصها بالشيئية الضعيفة من المجهر وانظر تشعبات الخرم وأطرافها وكذا عمد الخرم البرنشى . ووجه الشيئية فى النظر الى السطح ولاحظ صورة الثغور وعددها وحجمها وكذلك الشعيرات (شكلى ٦٦ و ٦٧) .

نقط النمو فى السوق والجذور

نقط النمو أو المناطق التى يحدث فيها تكون آلات وأنسجة جديدة كائنة عند أطراف السوق والجذور .

- (١) نقطة نمو الساق — قمة الساق محتواة تمام الاحتواء وحمية بالأوراق الصغيرة السن (شكل ٦٦) وهى تتركب من كتلة مرستيمية على شكل قبة من المرستيم منها تشقق كل الأنسجة المختلفة التى سبق شرحها فى الساق البالغة والورقة المدركة . والخلايا التى تكون المرستيم منتظمة الشكل فى الحجم والصورة تقريبا خلاياها رقيقة الجدران غنية بمادة البروتوبلاسم .



(شكل ٦٨)

قطاع طولى من قمة جذر . بل = بايوم ; لم = بريلم ; خم = الخلايا الخارجية الميتة
والأخذة في الموت من الغطاء الجذري غ ; بر = بريسيكل ; عن = أوعية البرتوزيلم ;
ش = شعيرات جذرية . (مكبرا ٦٠ قطرا) .

وإذا قطعنا قطاعا عرضيا مناسباً ماراً بنقطة النمو رأينا غالباً ثلاث طبقات متميزة بعضها عن بعض (شكلي ٦٦ و ٦٧) . فغطى القمة طبقة مفردة (s) تسمى "الدرماتوجينية" (Dermatogen) وهذه تنقسم فقط بواسطة الجدران على زاوية قائمة مع السطح وتكون بشرة النبات وتأتى بعد الدرما توجينية الپريبلمة (Periblem) (لم) التى منها تنشأ القشرة . وقد يكون سمك هذه الطبقة عند أعلى القمة سمك خلية واحدة . أما فى الأجزاء التى هى أكبر من ذلك سنا فان الانقسام يحدث فى عدة اتجاهات وبذلك تتكون طبقة تحدث من عدة طبقات .

وتشغل مركز نقطة النمو كتلة صلبة من المريسيم تسمى "الپليرومة" (Plerome) (بل) تنشأ منها الاسطوانة الوعائية . وفى هذه الاسطوانة ، على مسافة قريبة من القمة ، يبدئ ظهور تباين (Differentiation) الحزم الوعائية .

وأول ما ترى أوراق النبات على شكل نتوءات صغيرة (و) على سطح نقطة النمو والأنسجة المشتركة فى تكوين هذه النتوءات هى الدرما توجينه وجزء الپريبلمة . والفروع التى تخرج فى اباط الأوراق تنشأ من الدرما توجينه والپريبلمة . أما الپليرومة فليست مختصة بتكوين الأوراق أو الفروع .

(١) نقطة نمو الجذر — تختلف قمة الجذر عن قمة الساق اختلافا كبيرا وذلك أن المرسئيمة فى قمة الساق توجد دائماً داخل برعم وتكون محمية من المؤثرات الخارجية المؤذية بالأوراق الابتدائية التى تميل محنسة على البرنثسمة على أن الجذور لا تنتج أوراقا وانما يصون الخلايا المرسئيمة الغضة الموجودة فى قمة كل جذر غطاء من الخلايا يقال له "القلنسوة الجذرية" (Root-cap) .

وزد على ذلك أنه اذا بلى ظاهر القلنسوة أو مات من أثر التربة التى ينمو فيها الجذر حدثت اضافات خلوية لباطن القلنسوة حيث تتصل مع المريستيمة ويرى فى شكل (٦٨) أغلب نظام الأنسجة شيوعا عند طرف الجذر .

الجزء الباطنى من المريستيمة الذى يولد الاسطوانة الوعائية هو البريلومة (بل) وحوله البربلمة (لم) التى تنشأ منها قشرة الجذر الأولية وهذه الأجزاء من المريستيمة والقمة مطابقة من جميع الاعتبارات للملك الموجودة فى قمة الساق . أما الجزء الخارجى من المريستيمة فهو يسمى "كاليتروجينية" (Calyptragen) او الطبقة المكونة للقلنسوة . وهى بدلا من أن تبقى طبقة مفردة كما هو حالها فى الساق تنقسم بمجدران . وازية للسطح وأخرى عمودية عليه أيضا وبذلك تتكون قلنسوة (غ) كثيرة الطبقات . وكثيرا ما تصير الطبقة الباطنة المفردة من الخلايا (المتولدة فى الكاليتروجينية) الطبقة الشعرية التى سبق الكلام عنها . فأما بقية الخلايا التى تتكون دائما نحو الخارج فهى التى تصير القلنسوة الجذرية الأصلية .

تج ٧١ : انقع بعضا من بزور الفول والبازلاء ودعها تبت . فاذا ظهر طرف الجذير العين من التقير فانزع قشرة البرزة واقطع قطاعات عرضية من الجذر الصغير . ضعهما مدة نصف ساعة فى ماء جافيل (أنظر تج ٧٠) ثم اغسلها فى الماء وثبتها فى جاليسرين مخفف . ألخص هذه أولا بالشبئية الضعيفة من المجهر ثم بالقوية . اعمل رسما يبين مجمل نظام الأجزاء المنظورة أى قلنسوة الجذر والبريلومة والبربلمة .

حاول أن تحضر قطاعات من قمة جذور الذرة والبازلاء وغيرهما من البزور الكبيرة .

تج ٧٢ : اقطع قطاعات فى قم السوق وهى داخل البراعم الطرفية من الأشجار الشائعة . عالجهما وألخصهما كما سبق الشرح . لاحظ وارسم الأجزاء المنظورة وارقب أول ابتدئات الأوراق .

الجزء الثالث

فسيو لوجيا النبات

الجزء الثالث

فسيولوجيا النبات

الفصل الحادى عشر

تركيب النباتات الكىماوى

١ — يجب علينا بعد اذ عرفنا بنية النباتات ظاهرها وباطنها أن نتقدم الى درس العمل الذى تؤديه الأجزاء على اختلافها لحفظ حياة النبات .
ويسمى هذا الفرع من علم النبات "بالفسيولوجيا" (Physiology) .
بين الأنواع الراقية من النباتات أجزاء وأنسجة شتى مهياة للقيام بوظائف خاصة أى أنواع من الأعمال الفسيولوجية ؛ فالأجزاء والأنسجة التى تؤدي بها هذه الوظائف تسمى "أعضاء النبات" (Plant Organs) .
ويحذر بنا فى المبدأ أن ننبه الى أن كل الوظائف على اختلافها تتوقف على مادة البروتوبلازم الحية ، والى أن عملها وقوتها للقيام بهذه الوظائف قياما تاما ، إنما هو مرتبط ببعض الشرائط الخارجية وهى وجود الحرارة الملائمة ، والمدد الكافى من المواد الغذائية ، وتوفير مقدار خاص من الضوء فى حالة النباتات الخضراء وكذلك تعرضها لأكسيجين الجو فإذا لم تتوافر هذه الشرائط حدث الموت وبطلت به الظواهر الحيوية المختلفة .
وتنقسم وظائف النباتات الى قسمين :

- (١) الوظائف الغذائية — هذه مختصة بامتصاص مدد الغذاء واصطناعه وتخصيصه فهى لذلك مهياة خاصة ببقاء حياة الفرد .
- (٢) الوظائف التناسلية — هذه مختصة بتوليد أفراد جديدة وحفظ النوع .

٢ - يجب علينا قبل فحص عملية التغذية بالتفصيل أن نعرف شيئا عن المواد التي تدخل في تركيب النباتات . اذا احتقر نبات جديد من الأرض ووضع في فرن محمي الى درجة فوق درجة غليان الماء قليلا كان تكون ١٠٥ م ٦ م فانه يفقد شيئا من وزنه بسبب خروج الماء من أنسجة النبات . فاذا استمرت عملية التجفيف أبد بضع ساعات انطرد كل الماء من عصارة الخلية ومن مادة البروتوبلازم وجدران الخلايا ولم يبق من النبات إلا مادته الجامدة .

هذه البقية أي المادة الجافة تشتمل على مركبات كثيرة كيميائية مختلفة الأنواع بين عضوية وغير عضوية ، اذا أحرقت تركت وراءها مقدارا قليلا من رماد لا يقبل الاحتراق لونه أبيض أو ضارب الى الصفرة وهذا الرماد متكون من مركبات غير عضوية اهم مؤلفاتها كان قد امتص من التربة بواسطة جذور النبات .

وفي الجدول الآتي بيان لمقدار الماء والمادة الجافة والرماد في ١٠٠ جزء بالوزن من البزور والثمار والأوراق وغيرها من أجزاء النباتات الشائعة :

أنواع	ماء	مقدار المادة الجافة	الجزء القابل للاحتراق	رماد
القمح (حبوب) ...	١٤ر٣	٨٥ر٧	٧٦ر٥	٩ر٢
الشعير ...	١٤ر٣	٨٥ر٧	٧٢ر٧	١٣ر١
الشوفان ...	١٤ر٣	٨٥ر٧	٧٥ر٧	١٠ر٠
الفول ...	١٥ر٠	٨٥ر٠	٧٩ر٥	٥ر٥
بزر الفل ...	١١ر٨	٨٨ر٢	٨٤ر٣	٣ر٩
التفاح ...	٨٤ر٨	١٥ر٢	١٤ر٨	٠ر٤
جذور الجزر ...	٨٥ر٠	١٥ر٠	١٤ر١	٠ر٩
درنات البطاطس ...	٧٥ر٠	٢٥ر٠	٢٤ر١	٠ر٩
الحاشش وهي خضراء ...	٨٠ر٠	٢٠ر٠	١٨ر٠	٢ر٠
البرسيم ...	٨٦ر١١	١٣ر٨٩	١٢ر٢٢	١ر٦٧
ساق البطاطس وورقه ...	٨٥ر٠	١٥ر٠	١٣ر٤	١ر٦

ومقدار الماء في البزور الناضجة هو قليل نسبيا يتراوح متوسطه بين ١٠ ١٥٦ في المائة . فأما في الثمار الطريشة والجذور اللحمية والدرنات والأوراق الخضراء والأعضاء الخضراوية الغضة فيندر أن يقل مقدار الماء فيها عن ٧٥ في المائة وقد يبلغ ما بين ٧٥ و ٩٠ في المائة من مجموع وزنها . ونسبة الرماد في المادة الجافة من الحبوب والجذور الطرية والدرنات هي في الجملة أقل بكثير منها في الأوراق وقلف النباتات .

تج ٧٣ : زن قطعا من الجزر واللفت والبطاطس والتفاح والشليك كلا منها على حدة في أطباق فخارية ثم أقطع كلا منها قطعا كثيرة صغيرة الحجم . وضع الأطباق ومحمي ياتها في فرن دافئ . أوفرن مائي وزنها كل ثلاث ساعات ولاحظ مقدارا تفقده من الوزن .

تج ٧٤ : كرر التجربة السابقة بأوراق البطاطس واللفت والبنج وغيره من الأشجار وكذا أوراق الحشائش المقطوعة حديثا ودقيق الغلة جميعه ودقيق الفول جميعه .

٣ - المادة الجافة من نبات ما تشتمل على : مقدار قليل من مواد غير عضوية لم تستعمل امتصت من التربة ، ومقدار كبير من المركبات المختلفة العضوية صاغها النبات من المواد الغذائية التي امتصتها من التربة والهواء .

واذا أعطينا قائمة بالمركبات التي تصادف في باطن النباتات احتاج الأمر الى مجلد ضخم على أن الأمر غير محتاج هنا الى وصف شئ غير المواد العضوية المهمة التي منها يتكون جرم النبات . وقد تقسم هنا قسمين .

(١) مواد غير أزوتية (٢) ومواد أزوتية تبعا لما اذا كانت المركبات تشتمل على نتروجين أولا تشتمل .

(١) المواد العضوية غير النتروجينية .

أهم أنواع هذا القسم هي الكاربوايدرات والدهون والحوامض المذكورة بعد .

اعصر بضع قط من عصارة العنب في أنبوبة اختبار تشتمل على ١٠ سم م م من محلول فلهينج . وتخن الأنبوبة وما فيها على مصباح بنسن (Bunsen flame) وانظر الراسب المحمر من أكسيد النحاسوز . (تج ١١) اختبر عصارة البرقوق الناضج وغيره من الفواكه بنفس الطريقة .

(٣) سكر القصب أو سكروز (ك بد ١) يوجد في العصارة الخلوية من السوق والجذور في كثير من النباتات ولا سيما قصب السكر والبنجر اللذين يستخرج منهما هذا النوع للتجارة به .

وعيدان سكر القصب تشتمل على مقدار يتراوح بين ١٥ و ٢٠ في المائة والبنجر من ١٢ الى ١٦ في المائة من هذا الكربايدرات وهو يختلف عن السكرين السابقين في أنه لا يختزل محلول فلهينج ولا يمكن تخثيره بالخميرة مباشرة . وإذا غلى مع حوامض مخففة أو أثر فيه بازيم (الانفرتاس) الذي يوجد في الخميرة وفي كثير من أنسجة النباتات تحلل الى مخلوط من الدكستروز واللفيولوز يسمى "السكر المقلوب" .

تج ٧٥ : اغسل بعض قطع البنجر في الماء .

(١) اختبر بعض المحلول لمعرفة ما اذا كان به سكر ما يختزل محلول فلهينج أم لا كما في (تج ٧٤)

(ب) خذ ١٠ سم م م من محلول وأضف اليها ثلاث نقط أو أربعاً من حامض الكلور يدريك القوي وأغل الجميع مدة ٢٠ دقيقة وبعد معادلة الحامض بمحلول من كربونات الصودا اغله وأعد فحصه بمحلول فلهينج .

(٤) مولتوز (ك بد ١) هو نوع من السكر مكون بتأثير الانزيم داياساز في النشا وهو يوجد في بزور شعير البيرة المستنبئة (Malt) وغيره من الحبوب المستنبئة . وهو قابل للاختبار بواسطة الخميرة مباشرة ويختزل محلول فلهينج ولكن ليس بدرجة سكر العنب .

(ب) النشا (ك بد ١) يوجد هذا الكربايدرات على شكل حبوب عضوية صغيرة الحجم صلبة متربة من طبقات عديدة بعضها فوق بعض ومنظمة

(١) كربايدرات - هذه المركبات تكون أكبر جزء من جسم النباتات . وتشتمل على كربون وايدروجين ووكسيجين .

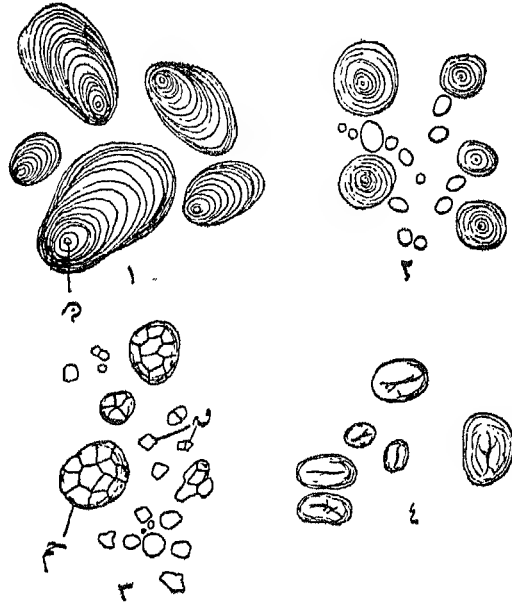
والايدروجين والأكسيجين موجودان فيها بنفس النسبة التي يوجدان عليها في الماء . وأهم المواد الكربايدراتية هي أنواع السكر والنشا والأنيولين وأنواع السلولوز وأنواع البنتوزان .

(٢) أنواع السكر - كل أنواع السكر تقريباً حلوة المذاق قليلاً أو كثيراً . وهي توجد في الغالب ذائبة في العصارة الخلوية . وأشيع أنواعه الجلوكون والفراكتوز وقصب السكر والمولتوز .

(١) الجلوكون أي الدكستروز أو سكر العنب (ك بد ١) يوجد في أغلب الفواكه ولا سيما في العنب الذي يشتمل عصيره على مقدار يتراوح بين ٢٠ و ٣٠ في المائة أما التفاح الناضج فيشتمل على متوسط من السكر مقداره يتراوح بين ١٠ و ١٦ في المائة ويشتمل الكريز على ٩ الى ١٠ في المائة ويشتمل البرقوق على مقدار بين ٣ و ٥ في المائة من هذا السكر .

(٢) الفراكتوز أي سكر الفواكه أوليفيولوز (ك بد ١) يوجد في الفواكه الناضجة أيضاً مرافقاً لسكر العنب . وكلا نوعي الدكستروز واللفيولوز يختزل محلول فلهينج ، وهما قابلان للاختبار مباشرة بالبيستة (الخميرة) (Yeast) .

تج ٧٤ : أذب ٣٥ جراماً من سلفات النحاس في ٥٠ سم م م من الماء وضع على ماعون المحلول ورقة مكتوباً عليها حرف (١) ثم أذب ١٦٠ جراماً من البوتاسا الكارية و ١٧٣ جراماً من نترات الصوديوم البوتاسيوم في ٥٠ سم م م من الماء وضع عليها ورقة مكتوباً عليها حرف (ب) فإذا خلطت مقدارين متساويين من (١) و (ب) بعضهما بعضاً تجهز لديك المحلول المعروف بمحلول "فلهينج" . (ويجب حفظ كل من المحلولين (١) و (ب) منفصلين ولا يمزجان إلا عند الحاجة الى محلول فلهينج فانه يفسد اذا حفظ طويلاً) .



(شكل ٦٩)

- (١) حبوب نشوية من البطاطس : ن = نواة الحبة (٢) حبوب نشوية من القمح .
 (٣) حبوب نشوية من الشوفان ؛ ح = حبة مركبة ؛ ق = قطع من حبة مركبة .
 (٤) حبوب نشوية من الفول . (مكبرا ٣٦٠ قطرا) .

حول نواة أو سرة تكاد تكون مركزية ، على أنه قد يرى نواتان أو أكثر في نفس الحبة قسمي الحبة إذ ذاك "مركبة" وحبوب النشا تكونها بلاستيدات الخلايا عادة وأفرماتكون في الجذور والدرنات والحبوب حيث تكون بمثابة مخزن من الغذاء المدخر . ويوجد النشا في حبوب الغلال الخفيفة بنسبة ٥٠ الى ٧٠ في المائة من وزنها وفي البطاطس بنسبة ١٠ الى ٣٠ .

وحبوب النشا تختلف حجما وشكلا حتى في نفس النبات على أنها في بعض النباتات ذات خصائص ممتازة في شكلها وأبعادها حتى ليستطاع تمييزها تحت الميكروسكوب . فحبوب النشا المستخرجة من درنات البطاطس منبسطة بيضية بلا انتظام . حجمها كبير بالقياس الى غيرها ونواتها غير مركزية (Excentric) (رقم ١ . شكل ٦٩) .

وفي القمح والشعير يوجد من هذه الحبوب في خلايا الاندسبرم ما هو كبير وصغير وكلاهما مفرطح على شكل بزر العدس وله نواة مركزية .

أما في فلقات بزور البازلاء والفول وغيرهما من النباتات القرنية فان الحبوب بيضية وعلى شكل الكوة (كما في رقم ٤ . شكل ٦٩) وفيها شقوق متشعبة في وسطها .

وتكون الحبوب في الشوفان بيضية مركبة جزئياتها المركبة لها صغيرة وزاوية (Angular) .

وتسمى المادة التي تتكون الحبة "بالنشا" أو "الاميلوز" ويوجد منها على ما يظهر نوعان مختلفان اختلافا يسيرا واذا عولمت بمحلول اليود انقلب لونها أزرق بنفسجيا قائما .

وايزيم الدياستاز يحولها الى مولتوز وكثير من المواد القابلة للذوبان من المواد الكربوهيدراتية الشبيهة بالصمغ وهذه تسمى "دكستريانات" .

قد كان العالم "ناجيلي" وغيره يرون أن حبة النشا تشتمل على مادتين هما "الجرانيولوز" و "السلولوز النشوي" و "الفارينوز" الذي يبقى كمتخلف غير قابل للذوبان إذا عوملت حبوب النشا باللعب أو بالأحماض المخففة ؛ على أن هذا المتخلف لم يكن موجودا في حبوب النشا من قبل ولكنه حاصل فعل المذوبات المستعملة وعليه فهو كما قال العالم ماير "أميلودكسترين" وإذا غلى النشا مع الأحماض المخففة استحال جلولوزا ودكسترينا . وإذا غلى مع الماء انتفخ النشا وكون عجينة فالوذجية القوام غير قابلة للذوبان . وإذا عرضت لحرارة جافة أو حمصت الى درجة ١٥٠ - ٢٠٠ انقلب النشا أسمر واستحال الى نوع من الدكسترين .

وتشتمل حبوب النشا في بعض الأحيان على مادة الأميلوز ومعها مقدار من الأميلودكسترين وهذا ينقلب أحمر اللون كالنبيذ اذا عومل بمحلول من اليود . ويحصل على النشا التجارى بواسطة فصله فصلا ميكانيكيا من درنات البطاطس بعد هرسها أو من حبوب القمح والذرة .

تج ٧٦ : اقسام بزره من القمح والشعير والذرة والأرز عرضيا بسكين واكشط بلطف جزءا صغيرا من الاندسبرم وثبته في الماء واخص حبوب النشا بالقوتين الصغرى ثم الكبرى وانظر هل هي بسيطة أم مركبة ولاحظ صورتها وحجمها النسبي وكذا شكل السرة وموضعها في كل من هذه الحبوب .

تج ٧٧ : اقطع بزره فوله وازلاء مارا بالفلقين وكذا اقطع درنة بطاطس . واكشط الجزء المقلوع بحد السكين وانقل الحبوب النشوية المتحصلة الى نقطة من الماء على لوحة زجاجية . واخص صورة الحبوب النشوية وحجمها وشكلها ودون ذلك .

تج ٧٨ : اقطع أجزاء رقيقة من قطعة من درنة بطاطس ولذا من بزره قمح . واخصها بالقوة الصغرى واعمل رسما عن الحبوب النشوية الموجودة داخل الخلايا المنظورة .

من تحوّل الطبقات الخارجية من السيتوبلازم وذلك لأنه اذا حدث غلط في جدار خلية شوهد نقص تدريجي في المشتلات البروتوبلازمية من الخلية حتى لا يبقى من هذه المشتلات شئ في تجويفها .

وقد جرت العادة بتسمية المادة المكونة لجدار الخلية "بالسلولوز" كأنما هو مادة كياوية مفردة . على أنه يعرف الآن من هذا السلولوز أنواع مختلفة . وتتركب جدران خلايا النبات من مخاليط أو مركبات من هذه السلولوزات مع غيرها من المواد .

فأما ما يسمى "بالسلولوز الأصلي" فيمكن الحصول عليه من وبر القطن وألياف الكتان بواسطة معالجة الأخيرة بمواد كياوية شتى لازالة المواد المتحدة معها أو المختلطة بها . فما السلولوز إلا كربوايدرات له ذلك الرمز النظرى الذى تمثله (ك ب د إ) . هذا السلولوز الأصلي غير قابل للذوبان في الأحماض ولا القلويات الخفيفة ولكنه يذوب في أكسيد النحاسيك النوشادرى وفي محاليل كلورور الزنك المركزة الحارة وغيرها من المذوبات واذا عومل السلولوز بحامض الكبريتيك واليود معا أوزنك اليود ازرق لونه . واذا عومل بحامض الكبريتيك وحده استحال الى سكر دكستروز .

وهناك نوع آخر من السلولوز يوجد في جدران خلايا الأنسجة المتخشبة . فاذا حصل عليه خالصا من المواد المتحدة معه أو المختلطة به تبين أن هذه الأنواع مختلفة عن السلولوز الناتج من وبر القطن في بنائها الكياوى أكثر من اختلافها في تركيبها النظرى المشار اليه . فهى تشتمل على نسبة مئوية من الأوكسيجين أكثر قليلا من ذلك وتكون أضعف مقاومة للعملية الهيدروليبتيية ولا تعطى إلا مقادير صغيرة من سكرى الدكستروز والمنوز اذا هى عوملت بحامض الكبريتيك ، وزد على ذلك أن الدهيد الفورفورال ينتج اذا تآدرت

تج ٧٩ : اعمل محلولاً قويا من يودور البوتاسا في الماء وأضف اليه بعض بلورات من اليود وارك المخلوط مدة اثنتى عشرة ساعة وهزها من آن لآن ليسهل تحلل اليود . فاذا ذاب اليود كله فأضف اليه ماء آخر حتى يصبح لون المخلوط كيتا (أحمر كالتينيد) .

عند فحص حبوب النشا في التجارب السابقة (٧٦ — ٧٨) ضع نقطة من هذا المحلول بالقرب من حدة قطعة الغطاء الزجاجى الشئى حتى يجرى ماء النقطة تحت الزجاجية وتصل بحبوب النشا ولا حظ تغير لون حبوب النشا .

تج ٨٠ : استخرج مستحلبا من الدياستاز كالاتى : هن خمس حبات من مسحوق المولت (الشعير بعد انباته وفصل الأجنة عنه) بخمسين سم م من الماء البارد وبعد تركه راكدا مدة أربع ساعات رشحه لتحصل على محلول رائق . ثم اطحن قليلا من النشا في الماء أو ليكن الطحن في هاون . وصب قليلا من المخلوط في دورق سعته ٢٠٠ سم م فيه ماء غال . فاذا برد فصب ٢٠ سم م تقريبا من هذه العجينة الرقيقة من النشا في ثلاث أنابيب اختبارية . بين وجود النشا بإضافة بضع قط من محلول اليود المذكور في تج ٧٩ الى أنوبة من الثلاث . وأضف الى الاثنين الباقيتين ٣ سم م أو ٤ من خلاصة الدياستاز وسخنها الى درجة ٦٠ مئوية . واختبر وجود النشا في احدى هاتين الأنبوبتين بأن تأخذ كل خمس دقائق بضع قط بشفاطة تضيفها الى محاليل مخففة من اليود بعد أن تكون قد وضعت في عدة أنابيب .

بعد مدة ينقلب النشا سكرًا ودكسترين . فاذا حصل ذلك فاختبر وجود السكر بواسطة محلول فهلينج .

تبين هل تؤثر عجينة النشا الرقيقة في محلول فهلينج . اذا لم يصف اليها دياستاز مطلقا .

السلولوزات — يتركب هيكل النبات الصلب من جدران خلوية بينها البروتوبلازم . وتكون هذه الجدران في أول عهدا رقيقة ثم يغلب أن تغلف من تراكم طبقة من المادة فوق طبقة على باطن الجدران حيث تتلامس بالسيتوبلازم . واذا كانت الخلايا في حالة انقسام وكانت الجدران في حالة تكون ترى هذه على صورة طبقات رقيقة من مادة السيتوبلازم ممتدة فوق الخلايا الآخذة في الانقسام . وفي عملية التغلف تبدو الطبقات الجديدة كأنما تكونت

(٢) الاديوسلولوزات — تظهر الجدر الخلوية من النسيج القلى كأنها مؤلفة على الأخص من مادة دهنية أو شمعية تسمى "سوبرين" (Suberin) متحدة مع مقدار قليل جدًا من السلولوز وبهذه المواد تلحق الكيوتوسلولوزات التى تكون الجدر الخلوية فى بشرة النباتات. وتشبه المادة المعروفة بالكيوتن (Cutin) مادة السوبرين مشابهة قريبة فى تركيبها وخواصها . وإذا عولمت الجدر السوبرينية أو الكيوتيذية بمادة كلورزك اليود انقلبت سمراء ضاربة الى الصفرة وهما غير قابلتين لنفوذ الماء منهما وعلى ذلك فهما يمنعان فقدان الماء من الأنسجة المغطاة بهما . فأما أن الكيوتن والسوبرين هما حاصلان ناتجان من تحوّل مادة السلولوز مباشرة فهى مسألة لم تحل حتى الآن .

(٣) الجنوسلولوزات — تتكوّن الجدر الخلوية فى النسيج الخشبي فى النباتات من الجنوسلولوزات وهذه مركبات متجانسة من :

(أ) سلولوز أو اكسيسلولوز .

(ب) پنتوزان وهذا يعرف "بالصمغ الخشبي" .

(ج) بعض مركبات عطرية لم تعزل نقية .

فاما المادتان ب و ج فيطلق عليهما فى العادة اسم "لجنين" أو "لجنون" والجنوسلولوزات هى مكونات ابتدائية من الأنسجة النباتية وليست سلولوزات صلبة ملبسة باللجنين تكونت بسبب تغيرات كىاوية ثانوية .

والجدر الخشبية تصبح قرنفلية اللون اذا هى عولمت بمادة الفلوروجلوسين وحامض الادرولطوريك وتكون صفراء اللون فى محاليل كلورور الأنيلين وتصبح الجدر صفراء اذا هى عولمت بمادة كلورزك اليود .

(Hydrolysed) سلولوزات من هذا القبيل من حامض الايدروطويك الخفف . وجدران خلايا الأنسجة الاندسبرمية وفلقات البزور متكوّنة من مواد هيميسلولوزية وهى من الاختلاف عن النوعين المذكورين فى خواصها الكىاوية بحيث لا تستحق أن تدرج فى سلك السلولوزات مطلقا . إلا من حيث انها تشابه الآخرين فى مظهرهما وأنها هى المواد التى يتكوّن منها بعض جدران الخلايا . وأنواع الهيميسلولوزات سهلة الأدترية بواسطة الأحماض والقلويات الخفيفة فستتحيل الى سكر الجللاكتوز والمنوز والبنتوز . ولا يوجد أى نوع من السلولوزات المذكورة على حالة تقاوة فى النباتات مطلقا ، وانما تكون متحدة أو مختلطة بمواد أخرى تكون ثلاثة أنواع أصلية مما يسمى "بالسلولوز المركب" كما هو مبين فيما يلى :

(١) بيكتوسلولوزات — هذه مركبات أو مخاليط متألفة من السلولوزات الأصلية مع البكتوز . وإذا أدترت الأخير مع الأحماض أو القلويات الخفيفة يعطى مادة بكتين التى هى مادة ثبات (Gelatinise) بسهولة . والجدر الخلوية من القطن الخام وألياف الكتان وغيره من الألياف غير الخشبية وكذلك غالب الأنسجة البرنشيمية ولا سيما أنسجة الجذور اللحمية والثمار كالجزر واللفت والتفاح والكثيرى تتكوّن فى الغالب من هذا النوع من السلولوز المركب .

ويؤكد مانجن (Mangin) أن أول الجدر التى تتكوّن أثناء انقسام الخلية انما هى من البكتوز على الأخص . فأما الطبقات المسمكة الثانوية من أغلب الجدران الخلوية غير الخشبية فهى متكوّنة من سلولوز وبكتوز معا .

ويلحق بالبيكتوسلولوزات مواد الميوكوسلولوزات المتكوّنة من سلولوز ومواد أخرى تعطى محاليل لزجة اذا أذيت فى الماء . وتوجد هذه المواد فى العادة فى بعض الجذور والثمار .

والجذر الخلوية من النسيج الخشبي في الخشب الصمغى من الأشجار وغيره من أجزاء النباتات تتلون أحيانا بالديباغ أى بالتين ومواد ملونة شتى .

وبتركب الورق على اختلاف أنواعه من سلولوز يحصل عليه من خرق التيل والقطن والخشب والقش غالبا .

تج ٨١ : لتحضير كلورزك اليود يذاب ٢٥ جزء من كلورور الزنك وثمانية أجزاء من يودور البوتاسيوم في ٨ أجزاء من الماء وتضاف إليه من اليود بقدر ما يجعل لون المحلول يكون البنية غامقا .

أقطع قطاعات من السوق وغيرها من أجزاء النباتات وثبتها في المحلول ، لاحظ أن الجذر غير الخشبية وغير الكيوتوكلازية ذات لون أزرق ولاحظ تأثير المحلول في وبر القطن وفي قطاعات الخشب .

تج ٨٢ : أقطع قطاعات من البزور بواسطة موسى جافة . وثبت بعض هذه القطاعات في الماء وألخصها وثبت البعض في الجليسرين النقي وألخصها وأثقب بعض بزور الخردل والكتان في الماء . ولاحظ لزوجة سطح البزور .

تج ٨٣ : أقطع قطاعات من سوق نباتات شتى وثبتها في محلول مشبع من كلورور الأنيلين أضف إليه قطا قليلة من حامض الايدروكلوريك . هنا تتلون الجدران الخشبية بلون ذهبي .

(٤) البنتوزانات — ويلحق بسلولوز الأنسجة النباتية كربوايدراتات تسمى البنتوزانات (ك. بد ٨) وإذا سخنت هذه المواد مع الأحماض المخففة أدريت وانقلبت سكرات بنتوزية (ك. بد ١٠) عرابنتوزوزيلوز .

وتتكون البنتوزانات أثناء عهود النمو الأولى ويزداد مقدارها بتقدم النبات في السن . ويظهر أن هذه الكربوايدراتات قليلة الفائدة في عمليات التغذية في النباتات ولكن أكلة العشب من الحيوانات تهضمها جزئيا وتمثلها . وهذه البنتوزانات شائعة في الأنسجة النباتية جميعها وأكثر ما تكون في التجيليات وقش الغلال .

(هـ) الأنوليون (Inulin) — هو كربوايدرات له نفس التركيب المثلنى الذى للنشا وهو قابل للذوبان في الماء ويوجد ذائبا في العصارة الخلوية من كثير من نباتات الفصيلة المركبة والناقوسية (Campanulaceae) وغيرها من الفصائل . وهو يوجد أيضا في بصلات كثير من نباتات الفصيلة الزنبقية (Liliaceae) والأماريليداسية (Amaryllidaceae) وكذلك في أوراق هذه النباتات وأجزائها الخضراوية ويكثر الأنوليون في جذور الدهلية (Dahlia) والسريرس (الشيكوريا) وفي درنات الطرطوفة حيث تحل محل النشا كغذاء مكتنز.

وإذا وضعت أجزاء من هذه الجذور والدرنات في كؤول قوى بضعة أيام انفصل الاينوليون على صورة كتل كروية صلبة في بلورات ابرية الشكل منتظمة على شكل متشعب خاص ولا يختزل الاينوليون محلول فهانج ولكنه اذا غلى مدة طويلة في الماء أو لمدة قصيرة في أحماض مخففة انقلب كله الى ليفيولوز .

تج ٨٤ : انقع قطعة من جذر الطرطوفة في كؤول مثل قوى بضعة أسابيع . واعمل قطاعات منها بعدئذ وثبتها في جليسرين نقي وألخصها بعد ذلك وارسم البلورات الكرية من الاينوليون .

(٢) الدهون والزيوت الثابتة هذه المواد التي هي مخاليط من مركبات شتى من الجليسرين والأحماض الدهنية تتركب من نفس العناصر الثلاثة التي توجد في الكربوايدراتات ولكن أوكسيجينها أقل من أوكسيجين تلك بالنسبة الى الهيدروجين في الكربوايدراتات وترى في المبدأ غالبا على شكل نقط مستديرة صغيرة من جزئيات غير منتظمة تكاد تكون طرية أو نصف صلبة داخل سيتوبلازم الخلايا وبعد ذلك تجرى النقط بعضها الى بعض ثم تفرز في العصارة الخلوية حيث تجتمع .

والزيوت والدهون مواد غذائية نباتية مكتنزة وهي على ذلك تكثر في الاندوسبرم وفي الفلقتين من البزور وكذا في بعض الثمار وبزور نبات الرىب

(نوع من اللفت) تشتمل على متوسط من الزيت مقداره ٤٢ في المائة . أما بزور الكتان فتوسطها ٣٦ ٪ ومتوسط بزور القطن ٢٥ ٪ .

ويتكون مختلف أنواع الكمكات الزيتية (Oil cakes) أى الكسب التى تستعمل لتغذية المواشى من حثالة كثير من أنواع البزور والثمار بعد اذ استخرج أكثر ما فيها من الزيت بواسطة العصر وغيره من الوسائل .

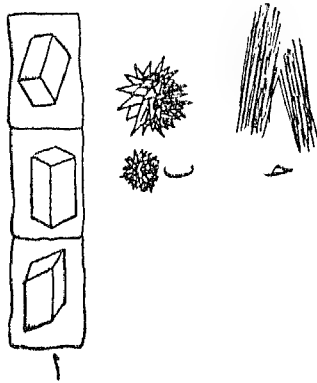
تج ٨٥ : اعمل قطاعات عريضة رقيقة من جذور اللوز واللفت والبندق البرازيل . والكتان ثبتها في الماء واغصها بالقوة الكبرى من الميكروسكوب لاحظ استدارة القط الزيتية ولمعائها في الخلايا وفي الماء حول القطاع .

(٣) الزيوت الطيارة أو الاساسية — يعزى الى هذه المركبات تلك الرائحة الطعرية التى توجد في كثير من النباتات كالورد والنعنع واللاوندة والفلية .

وكثير من الزيوت الأساسية متكون من كربون وايدروجين فقط في حين أن غيرها يشتمل فوق ذلك على أوكسيجين . وهى توجد غالبا على شكل نقط في سيتوبلازم الخلايا وقد تجتمع هذه النقط في أجزاء خاصة من الشعيرات الغددية وغيرها من التختات الزهرية .

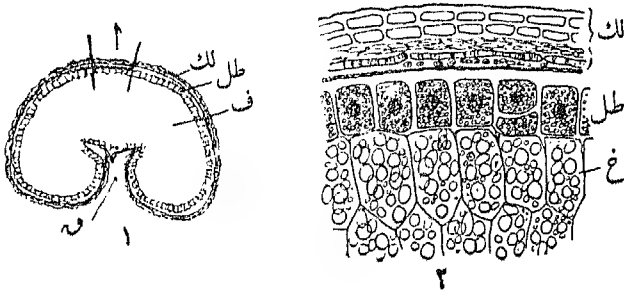
(٤) الأحماض العضوية أشيع أمثلة هذه المركبات التى توجد في خلايا النباتات الخضراء هى حوامض الاكساليك والماليك والستريك والطرطاريك . وتوجد إما منفردة أو متحدة مع قواعد شتى عضوية أو معدنية فتكون إذ ذاك أملاحا حمضية أو متعادلة .

وأشيع ما في النبات من الحوامض هو الحامض الأوكساليك وهذا يكون منفردا وفي الأكثر يكون متحدا بالكلسيوم أو البوتاسيوم في النسيج البرنشيقي من الأوراق والسوق والجذور وإلى الملح البوتاسي الحمضي تعزى حموضة طعم أوراق الحميض (روميكس) وبعض أنواع الأوكساليكس .



(شكل ٧٠)

- (١) بلورات مفردة كبيرة من أوكسالات الكلس من خلايا برنشيمة ورقة البرسيم الججازى ؛
(ب) مجاميع بلورية من ورقة الراوند ؛
(ج) حزم بلورية من ورقة نبات الفخسيا .



(شكل ٧١)

- (١) قطاع عرضي من حبة القمح . لك = بريكارب ؛ طل = طبقة اليورونية ؛ ف = جزء نشوى من الاندوسيرم ؛ ق = قناة في ظهر الحبة . (٢) الجزء ١ من القطاع المذكور (مكبرا ١٦٠ قطرا) ؛ بك = بريكارب ؛ طل = طبقة اليورونية ترى الحبيبات الاليورونية الصغيرة ونواة مركزية داخل كل خلية ؛ خ = خلايا اندوسيرم تشتمل على حبوب نشوية .

وبلورات أوكسالات الجير شائعة جدا في أنسجة عدد عظيم من النباتات وهي تتكوّن في الفجوات التي في السيتوبلازم وتحدث على شكل (١) بلورات مفردة (رقم ١ . شكل ٧٠) . (٢) مجاميع بلورية متشعبة (ب) أو (٣) حزم من البلورات الابرية الشكل أو رافيدات (ح) وهذه الصورة شائعة في الخلايا في كثير من ذوات الفلقة المفردة .

أما حوامض الماليك والستريك والطرطاريك فتوجد منفردة أيضا أو متحدة مع الجير أو البوتاسا ولا سيما في أنواع شتى من الثمار الفجة ويشتمل الليمون على ٥ الى ٧ في المائة من الحامض الستريك .

تج ٨٦ — عامل أوراق بعض الرسم والجلبان وأوراق غيرها بماء جافيل (كا في تج ٧٠) واغسلها في الماء وثبت قطعة صغيرة في الجليسرين .

ثم لاحظ صورة بلورات أوكسالات الكلسيوم وموضعها في الأوراق . واعرف في أي جزء من أنسجة الأوراق تكثر هذه البلورات .

(٢) المواد النتروجينية العضوية — تشتمل هذه المركبات على عنصر النتروجين وكثيرا ما تشتمل أيضا على عناصر أخرى كالكبريت والفوسفور فضلا عن الكربون والايديروجين والأوكسيجين .

وأهم أمثلتها البروتيدات والاميدات والالكلويدات .

(١) البروتيدات — البروتيدات مركبات معقدة التركيب جدًا لم يمكن إلى الآن معرفة علامتها الكيميائية . وهي في العادة لزجة القوام كلباض البيض وهي كمثله تتجمد بالتسخين ؛ بعضها قابل للذوبان في الماء وبعضها غير قابل . وأبسط أنواع البروتيدات مركبة من الكربون والايديروجين والأوكسيجين والنتروجين والكبريت وهي تشتمل على ما بين ١٥ و ١٧ في المائة من النتروجين وما بين $\frac{1}{4}$ و $\frac{3}{4}$ في المائة من الكبريت وبما أن الهوتوبلازم يتركب

في الأكثر من بروتيدات فهي ترى في كل أجزاء النباتات الحية وزد على ذلك أن منها ما يوجد ذائبا في العصارة الخلوية .

وبعض البروتيدات تكون مخزونة في الفجوات الخلوية وفي العصارة الخلوية من البزور وغير ذلك من الأعضاء الكامنة (Resting Organs) كغذاء تروجيني مخزن على صورة حبيبات صلبة مستديرة أو غير منتظمة الشكل وتسمى هذه "بالحبيبات الأليرونية" (Aleurongrains) أو "الحبيبات البروتينية" وهذه الحبيبات الأليرونية تكون في الغلال صغيرة جدا ومستديرة وتكون مخزنة على الأخص في الطبقات الخارجة من الاندوسبرم (شكل ٧١). أما في غيرها من البزور النشوية كالقول والبازلاء فتكون صغيرة ولكنها في كثير من البزور الزيتية كحبوب الخروع والبندق البرازيلي تكون كبيرة وتشتمل في الجملة على جزء صغير مستدير من فوسفات الكالسيوم والمغنيزيوم مضاف الى بلورة بروتيدية أصغر منه أو أكبر .

وتشتمل بزور الترمس على متوسط في المائة من البروتيد قدره ٣٤ و بزور الفول على ٢٤ و القمح على ١٣ والشعير على ١٠ والقش على ٣ والبطاطس على ٢ واللفت على ١ تقريبا .

والبروتيدات الصلبة تتصبع بفعل اليود فتتقلب صفراء .

تج ٨٧ : (١) اقطع قطعة قسمين عرضيين ثم اقطع شريحة رقيقة مشتملة على جزء صغير من الطبقة البريكارية والأليورونية كما في شكل (٧١) .

ثبت ذلك في جليسرين مخفف وضع نقطة من محلول اليود تحت الغطاء الزجاجي . لاحظ لون حبيبات النشا والحبيبات الأليورونية .

(٢) اعمل قطعا مثل ذلك من حبة الشعير وانظر هل الطبقات الأليورونية في هذه الحبة مثل ما هي في حبة القمح ؟

تج ٨٨ : اعمل قطاعات من فلقتي القول والبازلاء وثبتها في جليسرين مخفف ثم انصباها . لاحظ الحبيبات الصغيرة الأليرونية في الخلايا هي والحبيبات النشوية الكبيرة . انصباها باليود ثم أعد فحصها .

(٣) الأميدات — هذه المواد مركبات نتروجينية بلورية قابلة للذوبان توجد ذائبة في العصارة الخلوية . وأكثرها حوامض أميدية أمشتقات بسيطة منها . وهي مواد مخزنة توجد على الأخص في اليزومات والبصلات والدرنات والجذور من النباتات ويندر أن توجد في البزور الكامنة وأشيع هذه المواد انتشارا مادة الاسبراجين (Asparagine) فهي توجد في برنثيمة كل أجزاء النباتات تقريبا وتكثر على الأخص في صغار فراخ الهليون وأزهار البروكسل ودرنات البطاطس وفي بواذر الترمس والجلبان وغير ذلك من النباتات القرنية المزروعة في الظلام .

ومن الأحماض الأميدية الشائعة الجلوتامين والبيتين واللويسين والتيروسين وهذه توجد في بنجر السكر واللفت وغيرهما من الجذور .

(٣) الالكالويدات — هي مركبات عضوية قاعدية أكثرها سام وتكون الجوهر الفعال في كثير من النباتات المستعملة في الاقربازين وأعرف أمثلتها المورفين الذي يحصل عليه من الخشخاش (أبي النوم) والنيكوتين الذي يستخرج من شجرة التبغ والهايوسيامين الذي يستخرج من شجرة الهايوسيامس ميونتيكوس ، والاستركنين الذي يحصل عليه من الجوز المقهي .

ضرورية لنمو النبات . أما أن الكربون والاييدوجين والاكسيجين والنيتروجين هي عناصر جواهرية لازمة ، فأمر يمكن استنتاجه من أن هذه العناصر هي جوهريية في تركيب المركبات العضوية التي تبني بها جدران الخلايا وبروتوبلازمها على أنه لا يترتب على هذا القول أن العناصر التي توجد في النباتات دائماً هي كذلك جوهريية للزوم لحياة النبات .

ولكى نعين بالدقة أى العناصر لا يمكن الاستغناء عنه في صحة تغذية النبات ونموه ، يجب اجراء تجارب زراعية في التربة أو غيرها من البيئات المعروفة التركيب بالدقة والتي يمكن جعلها تحت اشراف المباشر . وخير ما يكون ذلك بواسطة الزراعة المائية أو الزراعة الرملية التي هي انماء النباتات في ماء نقي أو في رمل خالص أضيف اليه مركبات من مختلف العناصر التي يراد درس تأثيرها . بواسطة هذه التجارب أمكن اثبات أن عشرة عناصر فقط هي حقيقة جوهريية لنمو النباتات الخضراء وهذه العناصر هي الكربون والاييدروجين والاكسيجين والنيتروجين والكبريت والفسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكلسيوم والحديد وربما وجب اضافة الكلورين اليها .

كل المجهودات التي عمات لانماء النباتات في التربة (أو الماء) التي استخرج منها عنصر أو أكثر من هذه العناصر قد انتهت بالحبوط . أما بقية العناصر التي توجد أحيانا في رماد النبات فهي نافلة حتى أن الصوديوم والسليكون اللذين هما موجودان في كل النباتات الباقية في الأرض العادية ليسا مما لا يمكن الاستغناء عنه اذ يمكن تربية نماذج صحيحة من النباتات قادرة على اعطاء بزور بدونها .

تج ٨٩ : الزراعة المائية — لتنمية النباتات في محاليل مغذية تستعمل اسطوانات زجاجية أرقينيات واسعة الرقعة تسع ٦٠٠ أو ٧٠٠ سم م م ويجب قبل استعمال الاسطوانة أن تنظف بماءض الترياك ثم تغسل بعد ذلك بالماء المقطر غسلا جيدا . ويجب أن تسد بغطاء نقي خرق فيه قنبان أحدهما لخروج ساق النبات المراد تنميته والآخر تنزل فيه أنبوية قصيرة تصب الماء في الاسطوانة بدل

الفصل الثاني عشر

تركيب النباتات

نقطة

١ — مكونات النباتات الأولية — قد دل التحليل الكيماوى على أن العناصر الآتية موجودة دائماً في المركبات التي تكون الجسم من النبات الأخضر السليم البنية . تلك هي الكربون والاييدروجين والاكسيجين والنيتروجين والسليكون والكبريت والفسفور والكلورين والبوتاسيوم والصوديوم والكلسيوم والمغنيزيوم والحديد .

وفي أعشاب البحر يوجد البرومين والايودين عادة وقد اكتشفت عناصر أخرى كثيرة مثل الألومنيوم والخرصين والنحاس بمقادير صغيرة في بعض أنواع النباتات .

إذا أحرقت المادة الصلبة من النبات انطلق الكربون والاييدروجين والاكسيجين والنيتروجين منها الى الهواء على صورة ماء وثانى أكسيد الكربون وعلى صور نيتروجين مطلق وغير ذلك من المركبات الطيارة . فأما بقية العناصر المذكورة فتبقى فيما يسمى بالرماد .

على أنه ان كان التحليل الكيماوى يساعدنا على تعيين العناصر الخاصة التي يتربك منها جسم النبات فانه لا يمدنا بواسطة تعينا على معرفة كم من هذه العناصر يلزم لبقاء النبات وأيها ألزم لذلك .

وبما أن أكثر النباتات لايشتمل في تركيبه على خرصين ولا قصدير ولا رصاص فظاهر أن هذه العناصر وغيرها مما تكون في النبات أحيانا ليست

الماء الذى يفقد فى عملية الشح ويجب أن لا تشمل المحلولات المستعملة على أزيد من مقدار يتراوح بين ٢ و ٥ جرامات من أملاح ذائبة فى ١٠٠٠ جرام من الماء . فأما تركيز المحلول أكثر من ذلك فهو مضر بالنمو وزد على ذلك أنه يجب أن يكون المحلول حمضى التفاعل قليلا . أما المحاليل القلوية فهي مضره .

وقد يختلف تركيب المحلول اذا أريد تمام تغذية النبات اختلافا كبيرا ما دامت العناصر الجوهرية موجودة فى حالة مناسبة لامتصاصها بواسطة جذور النباتات . والمحاليل التالية تشمل على كل ما تتطلبه النباتات الخضراء . فأما الكريون الضرورى فيحصل عليه من ثاى أكسيد الكريون الجوى .

جرام

ماء ١٥٠٠

ترات الكلسيوم ٢

كلورور البوتاسيوم ١/٢

كبريتات المغنيسيوم ١/٢

فوسفات البوتاسيوم الحمضى ١/٢

بعض نقط من محلول كلورور الحديدك .

وتوصلا لظهور هذا الأمر ظهورا بينا يزرع الشعير والذرة والفول والبنور ، ولكن يجب قبل ذلك انبات البزور فى نشارة رطبة أو على ورقة نشاف مبللة فاذا كبرت البوادرحتى أصبحت سهلة على التناول بالأصابع وجب ترتيبها كما فى شكل (٧٢) بحيث تنغمس جذورها فى المحلول المزرعى . أما سوقها فيسمح لها أن تنمو وتخرج من الثقب الموجود فى السداة (ف) ويمكن تثبيت بوادر الشعير والفول والذرة بواسطة دبوس يفرس فى جانب البريكارب أو غلاف البزرة حتى يصل الى الجانب الأذن من السداة ، أو يمكن حملها بوضع قطن فى الثقب الذى تخرج من الساق .

ومن المهم أن لا ينغمس فى المحلول إلا الجذور وحدها لأن تبلل الاندوسبرم والفلقين والسويق السفلى الجنينية يؤدى فى الغالب الى ضعف صحة النبات ثم الى موته . ويجب تغطية جوانب الاسطوانة الزجاجية بورق مقوى أو عدة طبقات من الورق لمنع دخول الضوء والحرارة الى المحلول . أو توضع الاسطوانة فى صندوق يشتمل على ألياف من ألياف النخل ويجنب وضع

المزرعة في ضوء الشمس المباشر حتى يبقى المحلول الذي انغمست فيه البذور بارداً وفي التجارب التي يمتد أجلها بضعة أسابيع يجب تغيير المحلول المذكور كل أسبوع . ويجب وضع النبات من آن الى آن يوماً أو يومين بجذوره في ماء مقطراً وفي ماء يشتمل على مقدار قليل من كبريتات الكالسيوم .

تج ٩٠ : هيء مزرعة مائية كما سبق الوصف ولكن لا تضاف كلورور الحديدك أو أى مركب آخر من الحديد الى المحلول وقارن نمو النبات بآخر نام في محلول تام .

تج ٩١ : لاحظ الفروقات الموجودة بين النباتات النامية في محاليل تامة كما سبق الوصف وغيرها من النامية في المحلولين الآتين اللذين فقد منهما النتروجين والبوتاسيوم على التوالي :

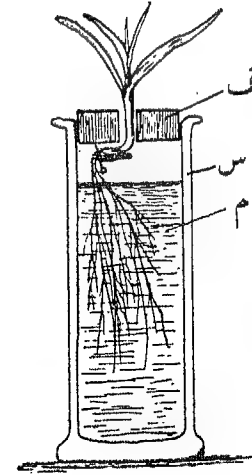
محلول بغير بوتاسيوم	محلول بغير نيتروجين
جرام	جرام
ماء ١٠٠٠	ماء ١٠٠٠
نترات الكالسيوم ١	كبريتات الكالسيوم ١
كبريتات المغنيسيوم ١/٢	فوسفات البوتاسيوم الحصى ١/٢
فوسفات الصوديوم الحصى ١/٢	كبريتات المغنيسيوم ١/٢
كلورور الصوديوم ١/٢	كلورور البوتاسيوم ١/٢

وأضف الى كلا المحلولين بضع نقط من محلول كلورور الحديدك .

٢ — المكونات الجوهرية الأولية في النباتات .

اليك بيانا مختصراً عن العناصر التي هي ضرورية جداً للتغذية النباتية .

(١) الكربون — مكوّن جوهرى للبروتوبلازم ويدخل بكثرة في تركيب الجدر الخلوية وكذا في كثير من الغذاء النباتي المختزن . ومقداره الموجود في النباتات يبلغ في العادة ما بين ٤٠ و ٥٠ في المائة من ثقل المادّة الصلبة



(شكل ٧٢)

مزرعة مائية فيها نبات شعير . س = وعاء زجاجي اسطوانى ؛ م = محلول زراعى ؛ ف = سداة فل مثقوبة .

والأجزاء الخضراوية من النباتات القلبية هي في العادة أكثر اشتغالا على نيتروجين منها في النباتات الاخرى فقداره مثلا في البرسيم المجازى الذى قطع وقت ازهاره يتراوح بين ٢ و ٢ ١/٢ فى المائة أما فى النجيليات فان مقداره المتوسط يبلغ ١ ٣/٤ فى المائة تقريبا من المادّة الجافة .

واذا استثنينا النباتات القلبية التى يحصل على أغلب نتروجينها من النتروجين الجوى السائب فان النباتات الخضراء تأخذ هذا العنصر من التربة على صورة أملاح تراتبية عادة . وقد أثبتت بواسطة المزارع المائية أنها قادرة أيضا على امتصاص النتروجين الموجود فى المركبات النوشادرية واستعماله ولكن لما كانت المركبات النوشادرية اذا أُلقيت فى الأرض تتحوّل الى نترات فى عملية النترجة (Nitrification) فانه ممكن أن يقال ان النترات هى المصادر الطبيعية المهمة التى يؤخذ منها النتروجين اللازم للنباتات الخضراء . هذا وأنه وان كان قديين أن أغلب النباتات تستطيع النمو حسنا اذا أمدت بنتروجين على صورة أملاح نوشادرية كما اذا أمدت بنترات ، فقد وجد العالم مازية أن المحاليل التى تستعمل من الأملاح النوشادرية اذا كانت مركزة بأكثر من نصف جرام فى الألف تتلف النباتات .

أما الاضرار التى تنجم عن النترات فلا ترى حتى يشتمل المحلول الذى يهيا للجذور على ٢ فى الألف من الماء .

واذا أعطى النتروجين للنباتات بمقدار كبير فانه يزيد أوراقها ترعرا والسوق نضرة وكذلك الأعضاء الخضراوية . مثل هذه النباتات تكون خضراء قائمة ولا تدل إذ ذاك على استعداد الى توليد أعضاء تناسلية وبزور .

(٤) الفسفور — هو مكون لكثير من المركبات البروتينية وأكثر ما يكون فى بروتيد نواة الخلايا النباتية .

التى فيها . وأكبر جزء منه وارد من ثانى أكسيد الكربون الجوى ولكن فى بعض الأحوال (ولعله فى كلها) قد يؤخذ مقدار ما من الكربون من التربة على صورة مركبات عضوية .

والفطر من النباتات السفلى والحامول (كوسكوتا) والهاوك (أوروبانكى) من النباتات الراقية تحصل على كربونها على صورة مركبات كربونية عضوية من الحيوانات والنباتات الحية أو من البقايا المنحلة من هذه الأعضاء .

(٢) الايدروجين والأوكسيجين — يوجدان متحدين بالكربون وغيره من العناصر فى البروتوبلازم والجدر الخلوية وأنواع السكر والدهون وغيرها من المركبات الموجودة فى النبات . والايدروجين هو أحد مكونات الماء ويمتص على هذه الصورة من التربة . وما فى المادّة الجافة من الايدروجين يتراوح بين ٥ و ٦ فى المائة .

ومتوسط مقدار الأوكسيجين الموجود فى المادّة الجافة من النباتات يتراوح بين ٣٥ و ٤٥ فى المائة . ويمتص من الهواء (الذى يوجد فيه سائبا) فى عملية التنفس ويؤخذ أيضا من التربة فى النترات والسلفات والكربونات والفوسفات .

(٣) النيتروجين — هذا العنصر يدخل فى تركيب البروتيد أو المواد الزلائية والأميدات وغيرها من المواد العضوية التى هى أقل من تلك أهمية . وهو يوجد أيضا فى أملاح النترات غير العضوية التى توجد غالبا بمقادير صغيرة فى العصارة الخلوية من النباتات .

ومقدار النتروجين الموجود هو على الأخص كبير فى بزور النباتات القلبية فهو فى البازلاء بمقدار ٨,٤ فى المائة وفى الفول بمقدار ٥ ١/٢ وفى الترمس الأصفر بمقدار ٧ ١/٢ من المادّة الجافة . وفى حبوب الغلال النشوية مثل القمح والشعير والذرة يكون مقداره فى العادة أقل من ٣ ١/٢ .

ويؤخذ من التربة على صورة نترات وكلورو وكربونات وكبريتات وفوسفات على الأخص والعمل الذى للبوتاسيوم فى حياة النبات غير معروف بالتحقيق على أن أملاحه فى رأى العالم "دوفريز" (De Vries) مخصوصة ببقاء حالة الانتفاخ فى الخلايا ، وبما أن هذه الحالة ضرورية لنمو النبات فإن فى هذا القول شرحا موجزا لما يرى من وفرة هذا العنصر فى الأنسجة النامية . وقد لوحظ أن تثبيت الكربون فى الأنسجة الخضراء يقف عند فقدان البوتاسيوم ، والغلال والبازلاء التى تزرع بغير مدد كاف من البوتاسيوم تنتج حبوبا وبزورا صغيرة الحجم نخيلة الجسم . ومكانة البوتاسيوم فى تدوير النبات لا يمكن أن يشغلها غيره من العناصر التى من الطائفة المتصلة به مثل الصوديوم والليثيوم .

(٧) الكالسيوم — يظهر أن الفطر قادر على الاستغناء عن الكالسيوم ولكنه عنصر أساسى لتكوين النباتات الخضراء وهو يمتص من التربة ككثيرات أو فوسفات أو كبريتات .

ويوجد الكالسيوم فى الأجزاء الحديثة السن من النباتات عادة بمقادير صغيرة وقد لا يوجد مطلقا فى تلك الأجزاء زمانا فلا ينشأ عن فقدانه ضرر ظاهر . وأكثرا يوجد الكالسيوم فى الأجزاء الكبيرة السن من النبات كالأوراق النامية النمو والمشرقة على الموت والقشرة والنخاع فيكون على صورة أملاح عضوية وغير عضوية ولا سيما الأكسالات منها والكربونات ومقدار الجير (كل ١) الموجود فى رماد قش الشعير والقمح هو فى العادة ٧ ٪ .

هذا والبوادر وإن كانت تستمر فى النمو مدة شهر أو شهرين بغير كالسيوم فإنها تلوح ضئيلة وتبدو عليها علام ضعف الصحة . فإذا استمر فى منع الكالسيوم عنها ماتت . وللكالسيوم كبعض العناصر الأساسية شأن متعدد الوجوه فى التغذية النباتية .

وهو فضلا عن أنه يوجد كعنصر مكون للبركات العضوية يوجد أحيانا على صورة فوسفات غير عضوية . والفوسفور يكون مقدارا كبيرا من رماد البزور وبغير اعطاء النبات مقدارا مناسباً من هذا العنصر لا يتم تكون البزور ولا نموها بحالة مرضية ومقدار الفسفور المحتسب كحامض فوسفوريك فى رماد حبوب القمح يتراوح متوسطه بين ٤٥ فى المائة و ٥٠ وفى الفول ٤٠ ٪ . وفى رماد الأجزاء الخضراوية يكون مقداره أقل من ذلك جدا فهو فى قش القمح بمقدار ٥ ٪ تقريبا وفى اللفت ٧ ٪ وفى درنات البطاطس ١٧ ٪ .

والفسفور تتمصه النباتات من التربة على صورة فوسفات البوتاسيوم والكالسيوم .

(٥) الكبريت — يدخل الكبريت فى تركيب البروتينات وإن كان مقداره إذ ذاك قليلا ينسدر أن يزيد على ٢ ٪ وهو أحد مكونات "زيت الخردل" الذى يحصل عليه من كثير من النباتات الصليبية ، ويوجد على صورة سلفات غير عضوية ويمتص على هذه الصفة من التربة .

(٦) البوتاسيوم — هذا العنصر يكثر على الأخص فى رماد الأجزاء الحديثة السن من النباتات النامية بتنشط حيث يجرى انقسام الخلايا وقد يكون البوتاسيوم مكونا أساسيا لبروتوبلازم كل أنواع الخلايا . ويوجد أيضا متحدا بمحامض الطرطريك والأوكساليك والماليك وغيرها من الحوامض العضوية وغير العضوية فى العصارة الخلوية . والأنسجة التى تشتمل على مقادير كبيرة مخترنة من المواد الكربوهيدراتية هى فى العادة غنية بهذا العنصر مثل درنات البطاطس فإن ٣,٢ ٪ من مادتها الجافة هو بوتاسا (١٠) ويوجد فى العنب ٣ ٪ منه .

يوجد فى النباتات وجودا نادرا غير طبيعى فلا يحتاج أمره والحالة هذه الى الذكر . ومنها ما ان كان غير جوهري لنمو النباتات الخضراء — كالسليكون والصوديوم والكاورين — يرى فى رمادها . فهو جدير أن يلم به باختصار .

والنباتات الصحيحة البنية وان استطاعت أن تنمو مع فقدان كثير من العناصر التى تشاهد فى رماد النبات فان تلك العناصر التى تسمى "مكونات غير جوهريّة" قد تكون فائدتها تنبيه أو تقليل حركة الوظائف التى تقوم بها النباتات فالسليكون يكثر على الأخص فى الجدر الخلوية من الأجزاء الخارجية من السوق والأوراق من الشعير ، والقمح والتجليات على الاجمال . ويشتمل أكثر من ١- رماد الغلال على سليكا وكان يظن أن تراكم السليكون فى الجدر الخلوية يسبب صلابة القش التام النمو وكان رقود محاصيل الغلال يعزى الى فقدان ذلك المركب منها على أن هذا الرقود مسبب على الأخص من قلة النور المناسب لنموها الطبيعى . وقد زرعت الذرة وغيرها من الغلال فى مزارع مائية بغير وجود السليكون فكانت قوية القش تامة النمو ، وزد على ذلك أن التحليل قد أظهر أن القش فى النباتات ذات المحاصيل الراقدة يشتمل فى العادة على سليكون أكثر من قش النباتات القاتمة السوق وأنه أحسن منها .

وقد أمكن العالم "جودين" (Jodin) أنه يزرع أربع نسايل من الذرة من غير سليكون . ويمتص السليكون من التربة على صورة سلكات قابلة للذوبان ويظهر أن قواعدها التى تتصل بها ينتفع بها فى عمليات التغذية .

ويوجد الصوديوم على صورة كلورور شائما فى كل النباتات وأكثر مقدار منه تتمصه النباتات الهالوفيتية (Halophytic) التى تكثر فى المستنقعات

وحض الاكساليك وأملاح الاكسالات القابلة للذوبان تتكوّن فى بعض النباتات . واذا وجدت بزيادة خفيفة أضرت بالنواة وغيرها من محتويات الخلية ، ولكن اجتماع هذين وفعلهما السام اذا وجدت الأملاح الكلسيومية يمنع بتكوّن اكسالات الكلسيوم غير القابل للذوبان .

والكلسيوم على كل حال لا يستعمل كله لمعادلة الحامض الأوكساليك اذ يوجد كثير من النباتات خال من الحامض الأوكساليك بتاتا ولكن وجد أن مثل هذه النباتات لا تزال تحتاج الى هذا العنصر لتتمام نموها .

أما فرض أن أوكسالات الكلسيوم هو حاصل حثالى (Waste) فلا يظهر أنه فرض صحيح فى كل حالة اذ يوجد ما يدل على أنه قد يذوب ثانيا ويستعمل كمختزن من الكلسيوم .

(٨) المغنسيوم — يوجد فى رماد كل أجزاء النبات ولا سيما فى رماد البزور ويشتمل رماد حبوب القمح على ١٢ ٪ تقريبا من المغنيسيا (مغ ١) . أما رماد القش والأجزاء الخضريّة (Vegetative) فتشتمل على أقل من ٢ ٪ . ويؤخذ المغنسيوم من التربة ككربونات وكبريتات على الأخص ولكن فائده للنبات لا تزال غامضة .

(٩) الحديد — مقدار الحديد الموجود فى النباتات الخضراء هو فى العادة قليل ينذر أنه يزيد على ٠,٢ ٪ من الرماد . على أنه ضرورى جدا لتغذيتها إذ لا يمكن بغيره أن يتكوّن الغضير أى الكلور وفيل . ويوجد فى البزور مقدار كاف من الحديد لانتاج مقدار ما من الغضير ، ولذلك فان بضع الأوراق الأولى التى تنمو فى محاليل مزرعية خالية من الحديد تكون خضراء بسبب ذلك . فأما الأوراق التى تتلو هذه فتكون باهتة اللون وغير قادرة على استعمال الكربون .

٣ — غير الجوهري من المكونات الأولى للنبات — من العناصر ما قد

المالحة بالقرب من شواطئ البحار أو في الأراضي المجاورة للبحيرات حيث يكون الملح أكثر مما تحتمله النباتات العادية .

وكثير من النباتات الهلوفيتية مثل الجلاسورتس (Glassworts) (ليكورنيا هرباشياسا) والسولتورت (Saltwort) (سالسولا كالى) والبنجر وأنواع نبات الأتريليكس (Atriplex) تتبع فصيلة الـ (Chenopodeaceae) . وكثير من أنواع الفصيلة الصليبية مثل الكرنب إنما هو نسل من رتبة الهلوفيت . والهلديون هو مثل آخر من الرتبة المذكورة .

وقد دلت التجارب المزرعية على أنه يمكن زرع أخص أنواع الهلوفيت بلا ملح على أنها إذا امتدت بالملح لاحت في مظهر مخالف لحالتها الأولى وكانت لها صفات فيسيولوجية مخالفة للنباتات المحرومة من هذا المركب . والأعضاء الخضراوية تصبح تحت تأثير وفرة الملح أسمن وأكثر لحما وأزيد عصارة وأقل عرقا منها إذا هي زرعت بغير ملح كثير .

والعادة في النباتات التي كالغلال وغيرها مما لا يزرع عادة بالقرب من البحر أن تقتلها المحاليل التي تشتمل على أكثر من ١ أو ١/٢ في المائة من الملح . أما بنجر البحر وبعض أنواع الأتريليكس فلا تتلفها المحاليل التي تشتمل على ٣ أو ٤ في المائة من الملح .

الفصل الثالث عشر

الانتشار الغشائى (Osmosis) — امتصاص الماء

الانتشار الغشائى — إذا ربطت مشاة مائت بمحلول سكرى من فتحتها بخيط ثم وضعت في إناء مليء ماء نقيا وجد أن مقدارا عظيما من هذا الماء يمر مسرعا الى باطن المشاة من جدرانها بالرغم من أنه لا ترى فتحات يكون الماء قد نفذ منها .

وتظهر نتيجة انتقال الماء الى الباطن في الضغط الذى يحدث داخل المشاة وظهور التمدد فيها شيئا فشيئا كما يحدث لو أكره فيها الماء أو الهواء بطريقة ميكانيكية . ويتوقف مقدار الضغط الباطنى المحدث تحت هذه الظروف على مقدار السكر المذوب في المحلول السكرى وعلى درجة الحرارة التي تجرى فيها التجربة أيضا . فإذا كان المحلول مركزا حدث ضغط أعظم منه إذا استعمل محلول غير مركز وإذا كانت درجة الحرارة عالية كان الضغط أشد منه إذا كان المحلول على درجة واطئة .

ويرى مثل هذا الضغط الباطنى المؤدى الى تمدد المشاة إذا استعيض عن محلول السكر بمحاليل من نترات البوتاسيوم وكبريتات النحاس وغيرهما من المواد . فلكل من هذه المركبات القابلة للذوبان قدرة مختلفة عن غيرها في جذب الماء من خلال جدران المشاة . والضغط المحدث من محلول يشتمل على واحد في المائة من السكر ليس كالذى يحدث من محلول من نترات البوتاسا .

ويرى في هذه التجارب أن المشاة على مرور الماء الى باطنها من خلال الجدران تخرج من السكر الذائب فيها أو المركبات القابلة للذوبان المستعملة

الخلوية فى كل النقط . وهنالك يصبح الجدار الخلوى ممتطى حتى تساوى قوة التمدد (Elastic Recoil) الضغط الخارجى . وقد يكون الضغط المحدث فى خلايا الثمار المشتملة على مقادير عظيمة من المواد الانتشارية فى العصارة الخلوية (فى فصل البلل حين يكثُر وصول الماء الى الخلايا) كافيا لتمزق الجدر الخلوية فتتشق الثمار .

على أن الخواص الانتشارية للخلية النباتية ليست كذلك التى لمثانة ملائى من محلول سكرى إذ فى كثير من الأحوال لا تسمح الخلايا المشتملة على سكر أو غيره من المواد بمرور هذه المواد الى الماء الذى قد تغمس فيه الخلايا . وظاهر أن وجود أقل قابلية للنفاذ فى المواد التى ينسب إليها الانتفاخ قد يجعل بقاء أى نبات مائى مغموس فى الماء مستحيلا . وكذا يصبح صعبا اجتماع السكر وبقاؤه هو وغيره من المواد فى جذور البنجر وأشباهه من النباتات التى تنمو فى الأراضي الرطبة اذا كان البيروتوبلازم وجدر الخلايا الخارجية قابلة لنفاذ هذه المركبات .

ولا بد لأى مادة تمر من أوالى الخلية النباتية الحية من أن تنفذ فى كلا الجدار الخلوى وبطانة السيتوبلازم الرقيقة . وفى حين أن الماء النقي يجد مسلكا سهلا فى كلا الغشائين فالغالب أن السيتوبلازم إما أن يكون غير قابل مطلقا لنفاذ المواد التى تخترق الجدار الخلوى بسهولة أو قابلا لنفاذها بدرجة تختلف باختلاف نوع المواد . وفصلا عن ذلك فان قابلية نفوذ المواد فى السيتوبلازم ليست سواء فى كل وقت .

واذا غمست خلية متنفخة فى محلول من مادة اجتذابها للماء أكثر من اجتذابها للمواد الذائبة فى عصارتها الخلوية انسرب منها مقدار ما من مائها ونقص الضغط الانتشارى بذلك ثم صغر حجم الخلية وطرثرت وارتخت .

مقدارا ما الى الماء الذى فى الاناء . ويلاحظ أن عملية الانتشار أو مرور المواد الذائبة تستمر خلال الغشاء حتى تصبح نسبة المحلول المثينة أو تركيبيه ، أو واحدة فى الداخل والخارج .

على أن فى الأغشية ما يسمح للماء بالتسرب منه ولا يسمح بذلك للسكر وغيره من المركبات الذائبة .

فانتشار أو مرور السوائل ومحاليل المواد من الأغشية التى لا ترى بها فتحات يسمى "الوسموز" أو "الانتشار الغشائى" . والضغط المحدث فى داخل الغشاءات القابلة لنفاذ الماء منها يسمى "الضغط الانتشارى" وقد يطلق على المواد الذائبة التى يتوقف عليها الضغط مبدئيا "المواد الانتشارية" .

وتصبح المثانة أو غيرها من الكيانات الممتدة بواسطة الضغط الانتشارى قوية أو مكتنزة لارخوة نخرة وتسمى فى هذه الحالة "متنفخة" ويوجد فى العصارة الخلوية من خلايا النبات الحية مواد انتشارية مثل السكريات والأملاح المختلفة وتلك لها قوة جذب الماء الى الداخل واذا غمست الخلايا النباتية فى ماء نقي أصبحت متنفخة .

وتتمدد الخلايا بواسطة الضغط الانتشارى فى كل أجزاء النباتات الحية التى تمتد بالماء الكافى ولا سيما فى تلك الجهات التى يكون التوتر فيها مستمرا . وهذه الآلة الانتفاخية (Turgidity) هى سبب المرونة والاكتناز اللذين يشاهدان فى الأنسجة البرنشيمية الحية الرقيقة الجدران من الأوراق ومن النقط النامية وغيرها من الأجزاء اللطيفة البنية من النبات .

ويبلغ الضغط الموجود داخل الخلايا الصغيرة السن المتنفخة فى العادة خمسة أجزء أو عشرة وبسلطته يكره السيتوبلازم خارجا حتى يتصل بالجدران

وظاهر من الملاحظات والتجارب الواسعة أن مرور أى مادة فى حالة محلول من الخلية أو إليها إنما يضبطه السيئو بلازم إذ أن ظاهرات الانتفاخ وغيره من الخواص الانتشارية تبطل إذا أصاب الموت مادة السيئو بلازم هذه.

تج ٩٢ : انثر قطعة مبللة من ثمانية إلى فوهة زجاجة مضاج ثم اربطها على رقبتها بخيط ثم املا حوالى م/ ١ الزجاجة بمحلول مشبع من السكر ثم علقها فى اناء مملوء ماء بحيث يكون المحلول السكرى الذى فى الزجاجة على سمت سطح الماء الخارجى . دعها كذلك بضع ساعات . ثم لاحظ أن الماء ينفذ من خلال المثانة الى محلول السكر ويرفع منته .

تج ٩٣ : أعد التجربة السابقة واستعمل محلولاً من سلفات النحاس أو من بيكر ومات البوتاسيوم . انظر هل يمر هذا أو ذاك الى الخارج و يأتون الماء الذى فى الاناء أم لا ؟

تج ٩٤ : اقطع بعض شرائح سمكها ١/٤ بوصة من البنجر واغسلها بماء مقطر ثم ضع :
(١) بعضها فى اناء فيه ماء مقطر .

(٢) وبعضها أولاً فى ماء ذال مدة دقيقة أو اثنتين لقتل سيئو بلازم الخلايا ثم انقلها الى اناء فيه ماء مقطر ودعها فى الاناء أربع ساعات . ثم خذ مقداراً قليلاً من الماء من كل اناء وابحث عن وجود السكر بفلى هذا المقدار مع نقطة أو نقطتين من الحامض الايدروكلوريك وإضافة محلول فالنج بعد ذلك (أنظر تج ٧٤) .

تج ٩٥ : اقطع قطاعاً عرضياً من جزء من البنجر . واغسله أولاً بماء فى غطاء ساعة ثم ضعه فى الماء وانحصه بالشئبة الضعيفة من الميكروسكوب .

(١) لاحظ وجود العصارة الخلوية الحمراء فى الخلايا التى لم يصيبها الأذى . ولاحظ أنها لا تنسرب الى الماء .

(٢) دع بضع قطرات من محلول من الملح العادى بنسبة ٤ ٪ تمر تحت الغطاء الشئى ولاحظ أنه عند نفوذ المحلول الملحى العديم اللون الى الخلايا تبدئ عملية التبلزم (Plasmolysis) ويراجع السيئو بلازم عن الجدار الخلوية . لاحظ أن الماء وإن انسحب من خلال السيئو بلازم لا يسمح للسادة الملونة الموجودة فى العصارة الخلوية بالانشار الى الخارج وذلك مشاهد أن محلول الملح الذى يمر الى الداخل من خلال الجدار الخلوية يبقى غير ملون .

فأما اذا لم تفسد حيوية السيئو بلازم واستمرت حركة المحلول الانتشارية فانه يؤخذ ماء أكثر من الفجوة ولكن يتكش السيئو بلازم مبعداً عن جدار الخلية ويأخذ شكل كرة فارغة فى مركز تجويف الخلية بدلاً من بقاءه ملتصقاً بالجدار الخلوى وترخيصه للمحلول بالنفوذ الى الفجوة . وتوصف الخلية فى تلك الحالة بأنها مبلزمة (Plasmolysed) أى حدث فيها فقدان مادى . وتصبح المسافة الحادثة بين الجدار الخلوى وبين السيئو بلازم المتكش محتملة لمحلول كان قد نفذ الى الداخل من الجدار الخلوى وحده دون السيئو بلازم الخى .
وفضلاً عن ذلك فإن المواد الانتشارية الذائبة فى العصارة لا تسير الى الخارج فى مادة السيئو بلازم . والخلايا المبلزمة بهذه الطريقة تستعيد حالتها الانتفاخية اذا هى وضعت فى ماء نقى . هنا تنتشر المواد التى سببت التبلزم والتى كانت قد مرّت خلال الجدار الخلوى . ويكون انتشارها الى الخارج ثم يعود الماء فيدخل الفجوة حتى يصبح السيئو بلازم مكراً على ملاصقة الجدار الخلوى .
اذا قطعت ورقة أو فرع عليه أوراق من نبات ما وترك معرضاً للهواء انطلق الماء من الخلايا على عجل على حالة بخار ونقص انتفاخ الخلايا سريعاً وعلى ذلك فالأوراق بدلاً من بقاء مرونتها ومثانتها تصبح رخوة غير قادرة على النهوض بنفسها نهوضاً طبيعياً . وهذه الرخاوة فى الأجزاء الذائبة من النباتات إنما تحدث من فقد الماء من الخلايا اذ تنقص به حالة الانتفاخ وإن لم تكن الظروف التى تؤدى الى فقد الماء واحدة فى كل الأحوال .

واذا كان فقدان الماء من فريخ مقطوع لم يبلغ حدّاً بعيداً وكان السيئو بلازم لا يزال حياً أمكن أن تعاد حالة انتفاخ الخلايا الى ما كانت عليه بواسطة وضع طرف الساق فى الماء أو باكره الماء فى الفريخ الذابل على نحو ما هو مبين فى (تج ٩٨) .

(٣) ارفع الغطاء الشبى عندما تبلزم الخلايا ثم اغسل المحلول الملحي عنها بأن تنقع القطاع ثانية أو اثنتين فى ماء نقي ثم أمد وضعها بعدئذ فى الماء .

الحصا بمكروسكوب ولاحظ أن السيتو بلازم يستعيد موقعه الأسمى بالتدرج فى ملاصقة الجدر الخلوية .

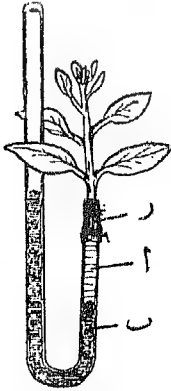
٩٦ : اقطع قطاعا مشابها للسابق من قطعة بنجر ثم اغمرها لحظة فى كؤل ممثل (Methylated spirit) لقتل سيتو بلازم الخلايا . ثم اغسلها بسرعة وثبتها فى الماء ولاحظ أن العصارة الخلوية القرنفلية تنتشر الآن الى الخارج فى الماء المحيط .

٩٧ : اضبط مقاس أجزاء طولها بوصتان أو ثلاثة من الجدر الأولية الصغيرة السن من الفول أو البازلاء ون غيرها من الأجزاء المنتفخة من النباتات . ضعها فى محلول ملحي بنسبة ١٠ ٪ مدة ست ساعات أو سبع ثم خذ مقاسها بعد ذلك ولاحظ تكس الأجزاء وارتخاءها الناجمين عن فقدان انتفاخ الخلايا .

٩٨ : اقطع فرخ طرطوفة واتركه يذبل فى غرفة عادية مدة ساعة ثم لاحظ حالة الرهل والاسترخا (Limpness) التى تصيب أوراقه بعد ذلك وبعد قطع نصف بوصة من الساق أو وصله بأنبوبة زجاجية منحنية بواسطة قطعة من أنبوبة مطاط (ر) كما فى شكل ٧٣ ثم اربط أنبوبة المطاط الى الأنبوبة الزجاجية ربط محكما الى الساق ثم املا بعض الأنبوبة الزجاجية بالماء واحرص أن يبقى الهواء بين طرف الساق والماء ثم صب زيتا حتى يصبح السم فى الطرف الخالص من الأنبوبة الزجاجية أعلى بكثير مما هو فى الآخر (ب) ؛ هنا يكره ضغط الزيت الماء (ا) فى الفرخ وسرعان ما تبدأ الأوراق فى استعادة موضعها وصلابتها .

٢ — امتصاص الماء — يكون الماء فى كل النباتات النشطة النمو أكثر من نصف مجموع وزنها . فهو يشبع مادة البروتو بلازم الحية والجدر الخلوية ثم هو أهم مكونات العصارة الخلوية .

تستخدم النباتات الماء للابقاء على حالة الانتفاخ فى خلاياها وتستعمل مقدارا قليلا منه كمادة غذائية بل هو أيضا عظيم الأهمية لازدابة مواد الغذاء المختلفة الموجودة فى النبات وحملها الى مختلف الأعضاء المتطلبة التغذية .



(شكل ٧٣)

فضلا عن أن امتصاص الماء هو الوسيلة الوحيدة التي يحصل بها النبات على مواد الزاد الجوهريّة التي تستمد من التربة . إذ أنه لا يمكن أن تجد هذه المكونات اللازمة سبيلا الى الدخول في النباتات حتى تكون ذاتية فأما الجزئيات الصلبة من الأسمدة أو غيرها من مركبات التربة مهما صغرت فلا تأخذها النباتات .

ويدخل الماء وما تمتصه النباتات من المركبات الذائبة جسم النباتات بواسطة الانتشار الغشائي وعلى ذلك فلا تستطيع الدخول إلا من خلال أعضاء جدرها الخلوية الخارجية غير مشتملة على كيوتين أو سوبرين (Cutin or Suberin) ويحدث امتصاص الماء وامتصاص المواد الزائدة الذائبة أثناء حياة النبات الحقلّي أو البستاني العادي في وقت واحد بالضرورة على أنه قد تعد كل منها ظاهرة مبيّنة للأخرى .

وقد تناولنا البحث في طبيعة المواد الذائبة التي تمتصها النباتات وفي الشروط التي تضبط امتصاصها في الفصل الثاني عشر والخامس عشر فيحسن بنا ههنا أن نتناول بحث امتصاص الماء وحده .

ان النباتات التي تعيش مغمورة غمرًا تامًا في البحر والبرك والأنهار يندر أن يكون لها أديم تام النمو وهي تستمد الماء من خلال سطوح سوقها وأوراقها وكذا من خلال جذورها . أما مغلات الحقول والبساتين وكل النباتات الأرضية العادية فتمتص كل ما يلزمها من الماء من التربة بواسطة جذورها فقط .

واذا ترك الماء في تربة أص (قصريّة) زرع فيه نبات ما بخف الماء أخذ النبات في التنكيس والذبول ولا يمكن أن يستعيد النبات سيرته الأولى تماما بأي مقدار من الماء يكره فيه بالحقن بل ولا بغمس الأوراق والسوق

الجذرية معرضة للهواء أو كانت قد تلفت مادام سائر الأجزاء الحديثة السن من الجذور متصلة بالماء .

وقد أثبت بواسطة التجارب أن امتصاص الماء إنما يحدث فقط خلال الشعيرات الجذرية وأحدث الأجزاء الموجودة في جوار الشعيرات الجذرية . أما في الأجزاء التي تليها في السن وهي التي قد حفيت عنها الشعيرات وتغطت بنسيج من الخلايا الفلية فلا يستطيع الماء النفوذ منها .

جدران الشعيرات الجذرية تتكون من سلولوز عادى غير مكوتن (Uncutinizized) يمر منه الماء بسهولة ويسبب وجود مواد انتشارية في العصارة الخلوية داخل الشعيرات تجذب الماء الذى تتصل به .

وبعد قيام الشعيرات الجذرية بعملها مدة قصيرة تذبل وتموت ولكن قبل حدوث هذا تظهر مجموعة جديدة من الشعيرات تنشأ على الجذريات الآخذة في الامتداد .

وأكبر نمو في الشعيرات يحدث على الجذور التي يسمح لها بالنمو في هواء رطب أو في تربة معتدلة الجفاف وإذا كانت الجذور كلها مغموسة في الماء لم توجد في العادة شعيرات جذرية . إذ أن الامتصاص في هذه الجذور إنما يحصل بواسطة الخلايا السطحية غير الممتدة من الطبقة الشعرية إذ لا حاجة إذ ذاك لامتداد هذه الخلايا لتكون شعيرات طويلة .

في الأراضي الشديدة الجفاف يضعف نمو الشعيرات أو يمتنع .

ونظرا لدقة طبيعة الشعيرات الجذرية لا يمكن إزالة نبات ما من الأرض بغير فصم اتصال الشعيرات بالجزيئات الدقيقة من التربة واتلاف كثير منها اتلافا مؤبدا . فالنباتات المشتولة تنأذى تبعا لذلك من الظمأ حتى تبدر شعيرات أخرى على الجذريات .

في الماء مادامت التربة باقية جافة . وفي التربة الصالحة الجيدة الصرف ينزل المقدار الأكبر من المطر الذى يسقط عليها متخللا أجزاءها حتى يصل الى التربة (Subsoil) ولكن يبقى مقدار منه في التربة على شكل طبقات من الماء رقيقة أو غير رقيقة تحيط كل جزئى صلب من الجزيئات التي تتكون منها التربة .

في مثل هذه التربة يبقى بعض الماء في المسافات الدقيقة الموجودة بين جزيئاتها ويصعد مقدار منه من التربة بواسطة الامتصاص الشعري (Capillarity) الى هذه المسافات في الطبقات العليا من التربة . والترتب الصالحة الجيدة الصرف ، وهي تستبقى مقدارا مناسباً من الماء ، تسمح بنفوذ الهواء ودورانه في باطنها بسهولة إلا حيث تكون التربة غدقة بالماء "مطبلة" (Water logged) غير موافقة لنمو المغلات الحقلية والبساتينية العادية فان كل المسافات بين الجزيئات المركبة لها تمتلأ بالماء وتطردها الهواء .

بعد ظهور الجذر الابتدائى من البزرة تنشأ جذور ثانوية منه على عجل ومن هذه تخرج جذور أخرى فتصبح التربة مختزقة في كل الجهات بجذريات دقيقة تبدر على أطرافها شعيرات جذرية كثيرة العد . وتأخذ الجذريات النامية طريقها اندفاعا في الشقوق الصغرى الموجودة في التربة فتصل الشعيرات الجذرية بالجزيئات الصغرى من التربة وبطبقات الماء الرقيقة المحيطة بهذه الجزيئات اتصالا تاما .

وقد كان يظن أن امتصاص الماء إنما يحدث بواسطة القلنسوات الجذرية التي تسمى "الاسفنجيات" (Spongioles) ولكن دلت التجارب على أن النباتات قادرة على امتصاص كل الماء الذى تحتاجه إذا كانت القلنسوات

وفى بعض النباتات لا تتكوّن الجذور والشعيرات الجذرية بسرعة وعلى ذلك فلا يمكن شتل مثل هذه النباتات . فاذا نقلت أشجار أو غيرها من النباتات فالواجب وقاية أصغر الجذيرات اذ يسهل منها خروج شعيرات جذرية جديدة . ويجب بعد شتل النباتات العشبية تجنب تعريضها لجلو جاف أو لضوء شديد مدة ما أو لغير ذلك من المؤثرات التى تدعو الى فقد الماء من الأوراق بواسطة التبخر ما أمكن ذلك (أنظر فصل ١٤) .

والامتصاص الانتشارى للماء بواسطة الشعيرات الجذرية انما يحدث اذا تيسرت لها الشروط الآتية :

(١) درجة معلومة من الدفء فى التربة المجاورة .

(٢) التعرّض للهواء الطازج .

(٣) مقدار مناسب من الماء .

أنواع الكرب وغيره من النباتات قادرة على امتصاص مقادير كبيرة من الماء عند درجة التجمد ولكن اذا كان الماء على درجة تحت تلك كما يحدث فى شتاء بعض الأقاليم الباردة فان الامتصاص يقف أو ينقص جدا ولا يعود سيرته الأولى إلا على عودة أيام الدفء فى الربيع فيئخذ يبدو النشاط فى الجذور .

ولذلك كان سقى جذور نباتات المنطقة الحارة ونصف الحارة وكذا سقى ما يزرع فى أصص موضوعة فى البيوت الحارة (التي تصنع لها فى البلاد الباردة) بمياه الآبار سببا فى عوق قوتها الامتصاصية بتخفيض درجة حرارتها تخفيضاً كبيراً .

وقد أبان العالم سائس أن امتصاص نبات التبغ للماء على درجة ٤ أو ٥ مثنية كان من القلة بحيث اعتوره الذبول بالرغم من أن جذور النبات كانت معرضة لفيض من الماء .

ودرجة الحرارة فى الأراضي المصروفة صرفاً كاملاً هى تبعا لوجود مقدار كبير من الماء الذى يحتاج الى كثير من الحرارة لتدفئته أقل فى العادة من الدرجة التى تؤدى فيها جذور النباتات الحقلية والبستانية وظيفتها أحسن أداء وزد على ذلك أن هذه التربة لا تسمح بدوران الهواء الطازج فى باطنها فتعاق عملية التنفس التى يجرىها بروتوبلازم الشعيرات الجذرية الحى .

واذا لم يدخل مقدار مناسب من الأوكسيجين أو اذا وجد فى التربة مقدار كبير من ثانى أكسيد الكربون لتكوّن مركبات سامة فى باطن الجذور بسبب سوء التنفس تؤدى الى ضعف صحة النباتات، وكذا الأمر فى النباتات التى تزرع فى الأصص فانها اذا أفرط ريتها ظهرت عليها علامات أذى من قبيل ذلك .

وتموت الجذور أو تنمو نمواً سيئاً اذا نقلت نباتاتها ووضع فى التربة الى عمق بعيد . والشعيرات الجذرية وان كانت تسير حتى تتصل بجزيئات الأرض اتصالاً كلياً وكانت مهتة خصيصة باستعمال الطبقات المائية الرقيقة التى تحيط بهذه الجزيئات لا تستطيع أن تسحب كل الماء الذى تستطيع الأرض استبقائه . واذا تركت التربة للجفاف أخذت النباتات النامية فيها فى الذبول بمجرد نقص الماء عن مقدار معلوم يختلف باختلاف تركيب التربة . فقد وجد أن نباتات الفول والتبغ والخيار تذبل وتموت فى الأراضي البستانية الجيدة التى تشتمل على ١٢ الى ١٥ فى المائة من الماء وفى الأراضي الصفراء التى تشتمل على ٨ فى المائة .

تج ٩٩ : ازرع فولة فى أصص مليء من تربة رملية وأخرى فى أصص مليء من تربة البستان . فاذا نما النباتان وأخرج كل منهما ورقات أربعة تامة النمو فدع التربة تجف . وعند موت النباتين استخرج التربة من كل أصص وابحث عن نسبة ما بقى فيها من الماء . وللقيايم بهذا وزن طبقاً من الصبغ ثم ضع فيه مقداراً قليلاً من التربة وزنه بعد ذلك . فالفرق يكون وزن التربة . ضع الطبق بما فيه من التربة فى فرن مائى ليحفظ الماء واتركه كذلك خمس ساعات أو ستاً ثم اذا برد فزنه ، فالنقص الحادث فى الوزن هو مقدار الماء المتبخر من مقدار التربة المأخوذة فاحسب من هذه الأوزان نسبة ما فقد من الماء فى المائة .

وغير العضوية والبروتينيات. ويشتمل السائل الخارج من شجرة الاسفندان السكرى (Sugar maple) على ثلاثة فى المائة من السكر وهذا يستخرج من السائل فى بعض بقاع الدنيا وينتفع به كذلك .

وفى الكروم وغيرها من الأشجار قد يستمر الادماء بضعة أيام يترشح فى أثنائها بضع لترات من العصارة .

وبوصل مانومتر مناسب (أى مقاس ضغط) الى جذل ساق دائمة يمكن معرفة مقدار الضغط الذى أكرهت به العصارة على الخروج . ويبلغ مقدار هذا الضغط فى الكرم أكثر من جق واحد أى أنه يكفى لرفع عمود من الزئبق طوله ٧٦٠ ملليمتر .

وقد وجد أن الضغط الجذرى لنبات القريص (Nettle) كاف لموازنة عمود من الزئبق طوله ٤٦٠ ملليمتر وظواهر الضغط الجذرى والادماء تظهر ظهورا بينا فى المعمرات الخشبية مثل الكرم فى الربيع وأوائل الصيف حيال وقت تفتح البراعم . فى هذا الفصل تساعد حرارة التربة الجذور على الامتصاص الشديد ولا يجرد الماء المأخوذ نخرجا فتصبح أوعية الخشب الحديث وقصبياته فى النبات جميعه مفعمة بالماء فاذا حز فى الساق سال الماء وانطلق . على أنه فى الصيف عند ما تكون الأوراق ممتدة والماء ممتصا بواسطة الجذور ومكرها فى الاسطوانة الوعائية يسير الماء فى الساق ثم يدخل فى الأوراق حيث ينطلق فى الهواء على صورة بخار كما سيمر عليك فى الفصل التالى . وسرعة فقد الماء من الأوراق ينتهى بزوال مقادير كبيرة من الماء من فراغات الأوعية والقصبيات ثم ترى هذه الأجزاء الخشبية مشتملة على مقادير عظيمة من الهواء ومن الماء أيضا . والنباتات التى تقطع فى هذا الوقت لاتدمى .

تج ١٠٠ : انخب ثلاث بوادر من نبات الكرنب تكون كلها بحجم واحد ما أمكن واقطع واحدة منها مع الحرص الزائد بما علق عليها من التربة حتى يكون الأذى الذى يصيب الجذر قليلا ما أمكن فأما الثانية فخذها وانقص عنها كل ما عليها من التراب ، فأما الثالثة فبعد أن تنفض عن جذورها تراها كله فاتزع عنها أدق جذيراتها . ثم ازرع الثلاثة جميعها وراقب أحوال النمو فى الأيام العشر التى تلى يوم الزرع .

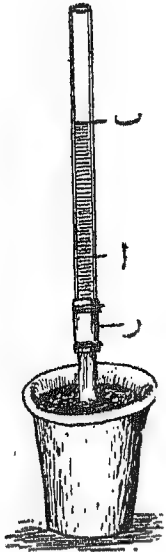
٣ — الضغط التسرى (Exudation Pressure). الضغط الجذرى — “ادماء النباتات” يمر الماء بواسطة الانتشار الغشائى بعد إذ امتصته الشعيرات الجذرية من التربة الى خلايا القشرة البرنشيمية المجاورة (ق ٦٢ . شكل ٦٢) ثم تمتصه الخلايا القشرية بعضها عن بعض حتى تنتفخ كلها انتفاخا عظيما ثم تلتحقها فى ذلك الانتفاخ الخلايا البرنشيمية الموجودة فى باطن اسطوانة الجذر الوعائية . فاذا بلغ الضغط درجة معلومة داخل أبعد الخلايا البرنشيمية الداخلة المتاخمة للاشرطة الزيلجية (الخشبية) (ز ٢٠ . شكل ٦٢) أصبح بروتوبلازم الخلايا قابلا لنفوذ الماء من خلاله وأكره جزء من العصارة الخلوية الذى به فى فراغات الأوعية والقصبيات المتصلة بالخلايا ويسمى الضغط المحدث بواسطة خلايا القشرة البرنشيمية المنتفخة وخلايا النسيج الأساسى الموجود داخل اسطوانة الجذر الوعائية “بالضغط الجذرى” .

وتصبح الأوعية وقصبيات الحزم الوعائية تحت هذا الضغط ملأى بالماء وعند قطع ساق شجرة فى الربيع بعد إذ تكون الجذور قد ابتدأت فى عملها الامتصاصى وقبل تفتح البراعم ، يكره الماء على الخروج من الطرف المقطوع من الجذل الذى لا يزال متصلا بالجذر بمقادير كبيرة أو صغيرة ويسمى خروج الماء من النباتات التى قطعت “بالادماء” . وليس السائل الذى يكره على الخروج من نبات مدما ماء نقيا ولكنه محلول يشتمل على مقادير قليلة من مواد شتى مثل الكربوايدرات القابلة للذوبان والحوامض والأملاح العضوية

وفضلا عن ذلك فإن تبخر الماء من الأوراق يستمر بسرعة يبلغ من فرطها أنه يحدث منها فراغ جزئى يسبب ضغطا سلبيا فى الجهاز الوعائى من النباتات .
ففى مثل هذه الظروف يرى أن الجزل (Stump) المقطوع المتصل بالجذر يمتص كل ما يعطى اليه من الماء بدل أن يندفع منه الماء بقوة عظيمة ولا يعود الضغط الجذرى الموجب حتى يصبح الجزل مشبعا بالماء .

وليس الضغط الجذرى والادماء مقصورين على الأشجار والشجيرات ولكنه ملاحظ لدرجة ما فى كثير من النباتات حينما يعاق تبخر الماء من الأوراق أو يمنع فى كثير من النباتات العشبية مثل البطاطس والتبغ والداليا والذرة كما يرى فى النباتات الخشبية الساق وأكبر ما تكون قوة الضغط الجذرى بعد الظهر وأصغر ما تكون فى باكورة الصباح . وهذه القوة تتأثر كغيرها من العمليات الحيوية بالظروف الخارجية فازدياد درجة حرارة التربة تزيد هذه القوة . على أن الضغط الذى يحدثه التنشط الانتشارى الغشائى فى الخلايا البرنشيمية القشرية ومثلها من الأجزاء الأخرى فى الجذر والساق وإن كان غير كاف لدفع الماء الى قمة الأشجار العالية فإنه يدخل الماء الى المجارى الموصلة ويساعد على سرعة تنقل الماء فى كل الأنسجة الوعائية من النبات .

وإذا ساعد دفء التربة على التنشط الامتصاصى فى جذر النبات وقل فى نفس الوقت فقد الماء على صورة بخار من الورق أو منع بسبب وجود جو رطب يصبح النبات مشبعا بالماء فيخرج الماء من أطراف الأوراق وحوافها على صورة نقط كثيرا ما زعمها الناس ندى . وترى هذه النقط أحيانا فى الصباح الأبدى على الأطراف والحواف من أوراق فصيلة التروبيولم (Tropaeolum) وأوراق القمح وكثير غيره من النباتات .



(شكل ٧٤)

وإدماء السوق المقطوعة وتسرب نقط الماء من النباتات غير المقطوعة لا يتسبب كله عن الضغط الانتشاري في خلايا الجذر ولكنه راجع لدرجة ما إلى الخلايا البرنشيمية من الورقة والأشعة النخاعية وبرنشيمة الزيلم من السوق إذ أن الإدماء من الطرف المقطوع من ساق مورق غير متصل بالجذر يمكن أن يحدث أحيانا بغمس أوراقها الصغيرة السن السميلة التبلل وكذا غمس الساق في الماء غمسا تاما. والضغط الانتشاري، الذي يحدث في إدماء النباتات، إذا هي قطعت، أو انطلاق نقط الماء مدفوعة من الأوراق وغيرها من الأجزاء، هو ظاهرة عامة تلاحظ بدرجة ما في كل أجزاء جسم النبات. وخير ما يطلق عليه اسم الضغط التسربي أو "الضغط الإدمائي" فأما الضغط الجذري فليس إلا مثالا خاصا من تنشطه.

تج ١٠١ : ازرع نباتا من غباد الشمس تام النمو أو من الطماطم أو التبغ المزروع في أصص كما في شكل (٧٤) وضعها في مكان دافئ مظلل مدة ساعتين أو ثلاث ثم اقطع الساق وثبت أنبوبة زجاجية في الجذع بواسطة أنبوبة مطاطة (ر) وصب فيها قليلا من الماء واطرق عليها بأصبعك حتى تخرج فقاعات الهواء، وعلم الارتفاع الذي يقف عنده الماء كما في (ا). فبعد مدة ما يندفع مقدار من العصارة من الجزء المقطوع من الساق ويرتفع في الأنبوبة الزجاجية.

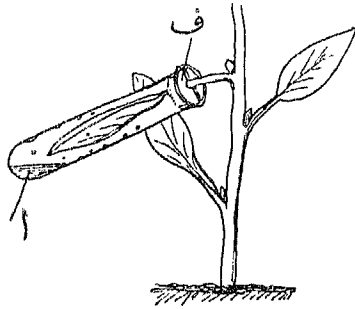
تج ١٠٢ : اقطع ساق قرص صغير السن متشبط النمو في الربيع وبعد مسح سطح الجزء المقطوع من الساق انظر إليه بعدسة مجهرية أن العصارة التي تسرب بعد ذلك تأتي من الخزم الوعائية لا من النخاع.

تج ١٠٣ : ابدؤ ببعض حبوب من الشعير في أصص مليء من تربة جيدة مأخوذة من البستان. وإذا أصبحت النباتات على طول قدره خمس بوصات ونصف أو ثلاث فضع الأصص في مكان عال من غرفة داخلة مظلمة أو في مكان مظلم وغط الأصص بزجاجة ناقوسية. لاحظ أن نقط الماء بعد مضي ثلاث ساعات أو أربع تترشح من أطراف الأوراق الصغيرة السن. ثم أزل الزجاجة الناقوسية واطرق النباتات مكشوفة حتى تجف جفانا تاما ثم غطها ثانيا ولاحظ أن الماء يبرز منها ثانية.

الفصل الرابع عشر

التنح

التنح (Transpiration) — تيار التنح (Transpiration Current)



(شكل ٧٥)

التنح — اذا حصرت ورقة من نبات الطرطوفة النامى فى أنبوبة تجربة واسعة فى يوم ضاح دافى كما فى شكل (٧٥) وسد طرف الأنبوبة بسدادة فل مشقوقة (ف) أو بشئ من القطن المندوف لوحظ أن داخل الأنبوبة يتغطى على عجل بطبقة من الماء على شكل نقط الندى وهذه تتساقط وتجتمع فتكون مقدارا ليس بضئيل كما هو مبين فى (١).

من كل أجزاء نباتات الأرض العادية يستمر فقد الماء فقدا خفيا على صورة بخار فاذا لم تتخذ الوسائل لجمع الماء بطريقة ما أشبه بالطريقة السابق شرحها لم يسهل ادراك وجود مسألة انطلاق الماء من النباتات الى الهواء. ويسمى تصاعد الماء على صورة بخار من النباتات الحية "التنح". وليس التنح مجرد عملية فوسيقية من التبخر أو للتحفاف كما يحدث عند ما يتعرض الى الهواء منديل مبل ولكن عملية فسيولوجية يضبطها هورمون و يلازم النبات الى حد ما وان كانت متأثرة بظروف خارجية. وتفقد أجزاء النباتات من الماء وهى ميتة أكثر مما تفقده وهى حية.

وقد وجد الأستاذ هالس (Hales) أن مقدار الماء الذى يتنفسه نبات من عباد الشمس طوله ثلاثة أقدام ونصف يبلغ عشرين أوقية الانجليزية فى اثنى عشرة ساعة وأن مقدار الذى يصعده نبات الكرنب العادى فى مثل هذا الزمن

١٥ أوقية تقريبا وعلى ذلك فمقدار ما يخرج منه فدان من الكرب في اليوم يبلغ ثلاثة طنات أو أربعة ولما كان الماء المفقود من الأجزاء العليا من النباتات انما يعوضه الماء المستمد من التربة فانه لا مشاحة في أن الأرض التي تحمل على ظهرها المغل تكون أخف من الأرض البور .

واذا استمر التتح على نسبة أكبر من نسبة امتصاص الجذر فان حالة الانتفاخ التي تكون عليها الخلايا تنقص كثيرا أو قليلا ويعقبها الذبول . ولا تحدث حالة الذبول هذه عادة في التربة الجافة المشتملة على مقدار قليل جدا من الماء في المناخات الحارة الشديدة وهج الشمس وحدها بل لقد تحدث في الترب العادية حتى ولو كانت الجذور مغطاة في امتصاص ما يكفي حاجة النباتات من الماء اذا نقص الوهج وقلت درجة الحرارة وخففت الظروف التي تدعو الى فرط التتح .

ولا يتحتم أن يفيد الذبول أن الماء لا يدخل النبات . وانما هو علامة على أن الماء الذي يفقده النبات أكثر مما يأخذه .

ويؤدي عملية امتصاص الماء ما يحدث للنبات من الأضرار الميكانيكية في مناطق الامتصاص من الجذر عند شتلها وكذا الاضرار التي تصيبه من غشيان الحشرات وهبوط درجة حرارة التربة تحت الدرجة التي يستطيع الجذر عندها أن يقوم بوظيفته . وزد على ذلك أن عدم كفاية مدد الهواء للجذر كما يحدث حينما يكون الجذر في أرض مغدقة تمنع انتظام الامتصاص وربما أحدثت استرخاء وهزال الأوراق .

ويشاهد في كل أنواع النباتات ولا سيما في فصائلها التي تعيش في المواقع الجافة ملاءمات متنوعة تدعو الى منع سرعة فقد الماء .

والعادة أن يكون وجود الثغور أكثر على السطوح السفلى من الأوراق العادية ويمكن أن يبين (تجربة ١٠٧) أن النتح في مثل هذه الأحوال إنما يغلب في الجوانب السفلى .

والنبات ذات الأوراق الكبيرة تنتح في العادة وتحتاج الى مقدار عظيم من الماء لتنام نموها إلا اذا كانت سطوحها محمية بصفة خاصة بأديم كثيف وتوجد هذه الأوراق في المواقع الرطبة التي لا تلائم العرق والتي يحتاج الأمر فيها تبعاً لذلك الى سطح عارق كبير تستطيع أن تنخلص به من الماء الزائد فاما أوراق النباتات المهيئة للعيشة في المواقع الجافة فهى في الغالب صغيرة وضيقة وسطحها النائح مختل في الغالب الى نهايته الصغرى .

وفى النتح الثغرى من ورقة أو ساق يضبط انفتاح الشق الكائن بين خليتي الثغر الحارستين وانقفاله (١ . شكل ٦٤) مقدار بخار الماء المنطلق و بانتفاخ هاتين الخليتين يستدل الناظر على انتفاخ الشق أو انقفاله . فاذا كانت زائدتى الانتفاخ مالت احدهما عن الأخرى منحنية ولاحت الفتحة أوسع ما تكون فاذا استرختا استقامتا ونقصت الفتحة الكائنة بينهما حتى تتلامس الأطراف السائبة من الخليتين وتسد الثقب سدا .

وانتفاخ الخلايا الحارثة وامكان انطلاق البخار المائى من الورقة تبعاً لذلك تؤثر فيه الظروف الداخلية والباطنية ولا يعرف عن طبيعة الظروف الحيوية الباطنية إلا قليل إلا أنه عند ما يكون فقد الماء مفرطاً بحيث لا يعوض عنه بواسطة الامتصاص من التربة تأخذ الثغور فى الاسداد قبل أن يلاحظ حدوث الذبول الفعلى .

وأهم الظروف الخارجية التى تؤثر فى عملية النتح هى مايلي :

وتؤثر طبيعة الجدر الخلوية الخارجية من مختلف أجزاء النباتات فى السرعة التى تجرى بها عملية النتح . وفقدان الماء من الخلايا ذات الجدر المسبورة (Suberised) والمكوتنة (Cutinized) قليل وعلى ذلك فالنتح الناتج من سوق التين الشوى والودنة ومن كثير من أنواع الفواكه كالتمرا والفواكه الكثرى ذات الأديم التامة النمو وكذا من السوق والدرنات المغطاة بنسيج فى وقشر، والقرع والبطاطس وكثير غيرها من أنواع التفاح المشتمل على نسبة كبيرة من الماء تبقى مقداراً عظيماً منه مدة عدة أسابيع وربما طالت شهوراً .

ويساعد على منع فرط النتح وجود غطاء من الشعور الصوفية على الأوراق وغيرها من أجزاء النبات . وانفraz طبقة شمعية على ظاهر قشرة كثير من الأوراق كأوراق الكرنب والبصل وعلى الفواكه كالبرقوق والأعناب يفعل ذلك أيضاً وقد دلت التجارب على أن هذه الطبقة الشمعية اذا مسحت عن الأوراق والفواكه كان فقد الماء منها أكثر منها اذا لم يمس .

ومقدار ما يسمى "بالنتح الأديمى" (Cuticular Transpiration) أو الفقد الذى يحصل من خلال الجدر الخلوية الخارجية من الأوراق والسوق والأجزاء المعرضة للهواء عادة هو فى كل الأحوال ضئيل إلا فى الأعضاء الصغيرة السن التى لم يتم تكون خلاياها القشرية .

وأهم ما يكون من انطلاق الماء إنما يحدث "بالنتح الثغرى" (Diastomatic) أى بفقده من خلال فتحات الثغور وبما أن هذه الثغور إنما يكثر وجودها على الأوراق لذا تعتبر الأوراق أهم آلات النتح .

ونخلایا البرنشيمة الاسفنجية من الورقة (س . شكل ٦٥) جدر غير مكوتنة تسمح بمرور بخار الماء الى المسافات المائنية ومنها ينطلق خارجاً من الثغور (ث) .

(٢) اذا كانت الهواء مشبعاً كما يكون في اليوم الغائم أو الصوبات (Green Houses) الرطبة يكاد النتج يمتنع امتناعاً كلياً . فأما اذا كان الجو جافاً فإنه يدعو الى فقد الماء حتى ولو كان الجو بارداً . وربما كان الضرر الذى يحدث للأوراق الغضيفية ، وغيرها من الأجزاء التى هى قريبة العهد بالانبساط ، على درجات الحرارة الواطئة من زمن الربيع انما يحدث من جفاف الجوّ كما يحدث من برودته .

(٣) قد وجد أن بعض النباتات تنتح قليلاً على درجات تحت درجة التجمد فإذا رفعت الدرجة بين حدود معلومة ازدادت سرعة انفتاح الثغور بل لقد يزداد النتج في أجزاء ليس بها هذه الثغور .

(٤) النباتات التى تتعرض لتيارات قوية من الهواء تفقد من مائها مقادير عظيمة حتى ولو كانت الثغور مغلقة .

(٥) اذا حدث نقص كبير في ماء التربة التى زرع فيها نبات ، ترتب على ذلك نقص في نتجه .

وقد وجد ساكس (Sacks) وغيره من أن المقادير القليلة من القلويات والبوتاسا والصودا والنواشادر تدعو الى زيادة النتج . أما الأحماض فتتقصه .

تج ١٠٤ : اجمع الماء الذى يخرج من ورقة عباد الشمس في أنبوبة على الصفة المشروخة في شكل (٧٩) .

تج ١٠٥ : (١) خذ ثلاثة دوائر يسع كل منها ١٠٠ أو ١٥٠ سم م وصب في كل منها ماء حتى تمتلئ ثلاثة أرباعها .

واقطع فرعين متساويين من شجرة تفاح طول كل فرع قدمان وأزل الأوراق عن أحدهما وضع الفرعين في دورقين منفصلين وبعد تعليم حد الماء في كل منهما بقطعة من الورق المصغع عرض الدوائر الثلاثة في نافذة معرضة للضوء جيداً أو خارج المكان . واصبر عليها ست ساعات ثم انظر مقدار ما فقد من الماء في كل . وانظر أى الفروع نتج أكثر .

(١) مقدار شدة الضوء الذى يتعرض له النبات .

(٢) المحتوى المائى (water-content) الذى في الجوّ المحيط .

(٣) درجة حرارة الهواء والتربة .

(٤) حركة الهواء .

(٥) المحتوى المائى في التربة وتركز (Concentration) المواد الموجودة في المحاليل التى يمتصها النبات وكذا الطبيعة الكيماوية لهذه المواد .

(١) في الليل وفي الغرف التى يحدث فيها الظلام تنتج النباتات قليلاً . فأما

اذا كانت في منتشر ضوء النهار فإنه يلاحظ زيادة في النتج ولكنها اذا تعرضت الى وهج نور الشمس كأن مقدار الماء المنطلق عظيماً . وقد وجد في احدى تجارب وينز (Weisner) أن ١٠٠ سم م من السطح الورقى لنبات ذرة مستوفى الانبات أطلقت في الظلام ٩٧ ملليجراماً من الماء في الساعة وفي منتشر ضوء النهار ١١٤ ملليجراماً وفي ضوء الشمس ٧٨٥ .

والعادة أن انتفاخ الخلايا الحارسة يزداد بتأثير الضوء فينتفح الثقب الثغرى وبذا يستطيع البخار المائى أن ينطلق حراً من الورقة . وأثر الضوء في النتج مستقل عن تأثير الحرارة التى تصحبه عادة على أنه ليس متصللاً بمجرد اتصال بزيادة انفتاح الثغور الواقعة تحت تأثيره اذ تلاحظ مثل هذه الزيادة من النتج اذا تعرض الفطر الذى ليس له ثغور للضوء المفرط في شدته . فالضوء كما يظهر انما يعمل كمؤثر مباشر في البروتوبلازم يجعله أقبل لنفوذ ماء العصارة الخلوية منه . هذا ولا بد من ملاحظة أن النور يؤثر في عملية النتج تأثيراً غير مباشر بواسطة تنويع بناء الأنسجة وتركيب الجدران الخلوية إذ النباتات النامية في المواقع المعرضة للنور تعرضها تماماً ، يزداد فيها نمو الأديم وتتقص المسافات الخلالية البكائية في باطن الأوراق عما هو الحال في النباتات النامية في المواقع المظللة ويكون نتج الماء من الأولى أقل منه في الثانية .

(ب) لا يمكن معرفة المفقود من الماء معرفة أدق من السابقة زن كل دورق على حدة وزن الفروع كذلك عند بدأ التجربة وبعدها مباشرة . هنا يلاحظ أن الماء الذي أخذه الفرع المورق لا ينقص في مادته فقط بل تنتج الأوراق بعد ذلك إذ أن وزنه في أول العملية ونهايتها واحد تقريبا ، وإن كان وزن الماء المفقود من الدورق عظيما .

(ج) أعد التجربة وضع الجهاز في غرفة مظلمة .

تج ١٠٦ : يمكن اظهار النتج من فرخ ما بواسطة تهيئته كما في شكل (٧٦) . ادفع الفرخ الشمع المقطوع (ا) في سدادة فل مثقوبة . ويجب أن يكون الفرخ بحيث يملأ الثقب مائلا وأن يتدلى منه قليلا . واملأ الأنبوبة المتوازية (U) (ن) بالماء ملاء كاملا ثم ضع السدادة والفرخ في أحد طرفي الأنبوبة ولاحظ أن يكون الطرف الثاني مملوء بالماء ملاء كاملا ثم ضع فيه سدادة بأنبوبة مملوءة (ب) هنا يندفع بعض من الماء على استئطالة الأنبوبة المملوءة الى نقطة (و) فتعلم بورقة مصغفة . وهي الجهاز حتى تكون الأنبوبة (ب) أفقية وعرضة لنور مشرق هنا يحدث نتج من أوراق الفرخ يؤدي في الحال الى تراجع الماء على استئطالة الأنبوبة (ب) .

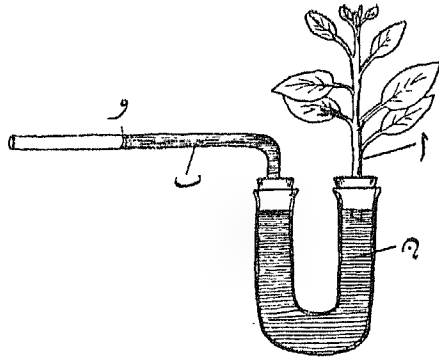
ولا بد أن تكون مفاصل الجهاز محكمة لا ينفذ منها الهواء كما أنه يجب أن لا يبقى في الأنبوبة (ب) أي شيء من الفقاعات الهوائية .

تج ١٠٧ : يمكن بيان الفرق في النتج الحادث من سطحى الورقة حيث يكون في أحد السطحين من المسام عدد أكثر بكثير مما في الثاني بوضع الورقة بين ورق تقع في محلول كلورور الكوبالت وجفف .

اعمل محلولاً قوته ثلاثة في المائة من كلورور الكوبالت وانقع فيه بعض قطع من ورق النشاف أو من ورق الترشيح المدور . ثم اترك هذا الورق يجف في الهواء . والعادة في كلورور الكوبالت أنه اذا كان رطبا كان قرنفلى اللون في الورقة ولكنه اذا جفف كان أزرق زاهيا . فاذا تشرب قليلا من الماء من الهواء أو غيره عاد قرنفليا كما كان .

ضع ورقة من المداد القرمزى (Scarlet Rumer) بين قطعتين من ورق كلورور الكوبالت الأزرق أى الجاف . وضع الكل بين لوحين من الزجاج . لمنع امتصاص الماء من الهواء . وبعد ربع ساعة الخس الأوراق ولاحظ أى الورقتين أكثر احمرارا وأين هى من الورقة النباتية .

أعد التجربة بأوراق الزنبق (Lilac) والكثيرى والبرقوق وغير ذلك من النباتات .



(شكل ٧٦)

نح ١٠٨ : لا بآنة تأثير غطاء من الفصل فى منع فقد الماء بواسطة النتج خذ بطاطستين متساويتى الحجم ما أمكن . قشر احدهما وزن كل منهما على حدة . واتركهما معرضين للهواء مدة ساعتين وزنهما بعد ذلك لمعرفة أيتهما قد فقدت من ماؤها أكثر .

بين بالطريقة المذكورة أنه عند ما تزال قشرة تفاحة يحدث فقد الماء أكثر وأسرع مما اذا بقيت القشرة .

تيار النتج — فرط فقد الماء من النباتات بواسطة العرق ينتهى على عجل باسترخاء الأوراق وموتها اذا لم يمتص ماء أكثر من المفقود ليعوض عن الماء الذى أطلق والامتصاص الألازم يحدث فى الجذور بالطريقة التى سبق شرحها . توجد بين الشعيرات الحذرية حيث يدخل الماء وبين الأوراق حيث نرج أكثره الى الهواء حركة تيار من الماء مستمرة الى أعلى فى خلال لحذر والساق من النبات الحى ويسمى هذا التيار من الماء " بتيار النتج " .

بواسطة هذا التيار تبقى حالة انتفاخ الخلايا الحية فى أجزاء النبات الحية مهمة هذا التيار حمل مدد دائم من المواد الغذائية من التربة . والماء الممتص بواسطة الجذر يشتمل على مواد شتى جوهرية لتغذية النبات وهذه الأوراق تنتقل الى خلايا الأوراق وغيرها من الأعضاء حيث تترك غير مستعملة ولا ينطابق إلا الماء النقى فى عملية النتج . وزد على ذلك أنه يلاحظ أن الشرائط التى تدعو الى تنشيط النتج وسرعة حركة الماء أى ارتفاع درجة الحرارة والتعرض لضوء النهار هى الشرائط الجوهرية اللازمة لتكوين المواد العضوية من المواد الزادية . ولا استعمال الزاد فى عملية التغذية التى يقوم بها النبات .

وانتقال الماء فى كل أجزاء النباتات من خلية الى خلية بواسطة الانتشار الغشائى البسيط هو من البطء الشديد بحيث لا ينفع فى مد الأجزاء العليا من النباتات ، حيث يحدث فقد الماء بسرعة بالمدد الكافى . أما تيار النتج فيسير

أسرع من ذلك كثيرا . فقد وجد أنه يسير في النباتات العشبية بسرعة خمسة أقدام الى ستة في الساعة عند ملائمة شرائط التتح وفي أكثر النباتات يكون أقل من ذلك . أما السبيل الذى يسلكه الماء في النبات فهو زيلمه . فأما كونه لا يتجلى نخاع الشجرة فظاهر من أن كثير من الأشجار تقوم بوظائفها بعد ازالة نخاعها وصيرورة مركزها خاليا متحلا .

كما أنه من السهل اثبات أن القشرة والفلويم لا يوصلان هذا التيار السريع الى أعلى إذ أنه بعد ازالة قطعة حلقيية الشكل من النسيج ضيقة الى حد الكامبيوم من دائر الفرع لا تذبل الأوراق الكائنة فوق الموضع الذى أزيل عنه القشر والفلويم .

وقد أثبت بتجارب عدة أن التيار يسير في أصغر الحلقات السنوية أى الخارجية من السوق الخشبية . وعلى أكثر ما يكون في فراغات الأوعية والقصبيات ان لم يكن سيره مقصورا عليهما . أما خشب القلب فلا يوصل الماء وإنما يقوم مقام مسند ميكانيكى للشجر .

وبوضع السوق المقطوعة من النباتات العشبية والأذنان والأوراق في محاليل ملونة من بعض الأصباغ ثم عمل قطاعات من السوق بعد ذلك في قشرات متعددة وتعريضها للضوء يلاحظ أن المحاليل تسير في الحزم الوعائية اذ تتصبغ . فأما بقية الأنسجة فتبقى بلا لون مدة ما بعد إذ تتأون الحزم .

أما سبب تحرك الماء خلال النبات أو القوة التى تدفع تيار التتح فقد كان موضوع بحث طويل مدة نيف وقرن . على أنه لا يمكن أن يعطى تفسير يلم بوقائع الحال فان القوة الانتشارية في الخلايا الحية من الجذر والساق ، تلك القوة التى تؤدى الى حدوث الضغط الادمائى ، والجذب الانتشارى من المواد الموجودة في خلايا الورق البرنشيمية ذلك الجذب الذى يؤدى الى

نشوء قوة ماصة تسحب الماء من الخزم الوعائية، يساعدان على أحداث حركة سريعة لسير الماء في النبات وقد تكون هاتان القوتان المعتمدتان على تنشيط الخلايا الحية في النباتات العصيرية كافية للإبانة عن حركة تيار النسج ولكن إيصال الماء الى قمة الأشجار العالية جدا لا يمكن تفسيره في هذا المقام تفسيراً مرضياً .

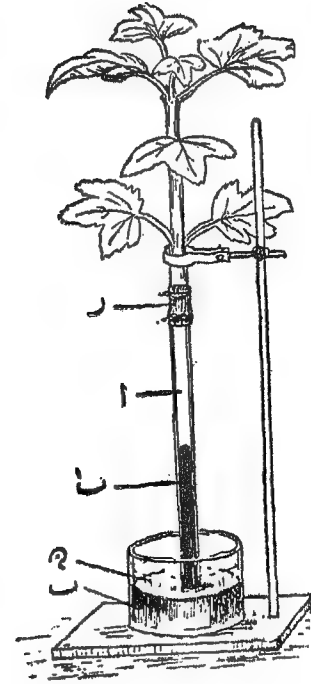
تج ١٠٩ : (أ) اغمس أذنة ورقة من نبات جرامنوم الحدائق في محلول يوسين مخفف أو محلول مداد أحمر وضع الجميع في مكان ضاح . وبعد ساعة ارفع الورقة في النور واغصها بالعين المجردة أو بعدسة جيب . هنا يرى أن المحلول قد امتص منه وسار في الخزم الوعائية وهذه تشاهد مصبوغة حمراء . اقطع شرائح رقيقة من الأذنة وانظر اليها بعدسة ولاحظ أن المحلول لم ينتشر في الأنسجة المحيطة بالخزم الوعائية كثيراً .

(ب) أعد التجربة على أوراق أخرى وعلى سوق عشبية ورقية أخرى .

(ج) أغمس الحوامل الزهرية من زهرات كرنبة وبغلة ونبات داتورة وغير ذلك من حوامل الأزهار في المحلول ولاحظ أن الخزم الوعائية الرقيقة في البتلات تتصبغ حمراء .

تج ١١٠ : أزل حلقة عرضها نصف بوصة من فرع شجرة في الصيف ولاحظ أن الأوراق الموجودة فوق القطع لا تذبل .

تج ١١١ : لإبانة أن الفرخ المفرط في النسج قوة امتصاص عظيمة هي فرخ جميز أو طرطوفة كما في شكل (٧٧) وخذ قطعة من أنبوبة صمغية مرنة (ر) طولها بوصتان تقريباً وثبت طرفاً منها في طرف الفرخ وضع الثاني في أنبوبة زجاجية (أ) واربط الأنبوبة بالصمغية بالفرخ ربطاً محكمًا بحيث يسمح للفرخ بالتعلق مدلى فيها واملأ الأنبوبة ماء . واطرق بلطف على هذه الأنبوبة واعصر الأنبوبة الصمغية حتى تتخلص من فقاعات الهواء كلها . فاذا امتلأت الأنبوبة بالماء فسدت طرفها بالابهام وهي الجهاز كله على الصورة المبينة في شكل (٧٧) وضع طرف الأنبوبة تحت الماء (ن) والزئبق (ب) في الصحن الزجاجي . وأقم الفرخ بواسطة ملقط وعرض الكل لنور نافذة ضاح . هنا يؤخذ الماء الموجود في الأنبوبة ثم تنسح أوراق الفرخ ويرتفع مقدار عظيم من الزئبق في الأنبوبة كما هو مبين في (ب) .



(شكل ٧٧)

الفصل الخامس عشر

امتصاص المواد الزادية

يعتري البروتوپلازم أى المادة الحية الكائنة فى النباتات والحيوانات النامية بتنشط فى كل آن تغيرات كيميائية تؤول به الى التلف وتكون مركبات منه أبسط تركيباً . فلكى يمكن التعويض عما فقد منه حتى يستطيع القيام ببناء أجزاء جديدة يقتضى له الزاد .

وطبيعة زاد النبات أى المواد التى يستعملها البروتوپلازم لتكوين أعضاء جديدة ولتغذية البروتوپلازم ذاته يسهل ادراكها بعد بحث المواد التى تستهلك أثناء نمو جنين ما من بزررة النبات .

والمواد التى تخزنها الأم فى الأندوسبرم أو فى باطن أنسجة الجنين لتغذية الجنين هى مركبات عضوية مركبة كالنشأ والدهون والبروتينات . وهذه المواد — أوصور متغيرة عنها تغيراً ضئيلاً — هى التى تستهلك فى عمليات التغذية والنمو التى تحدث عند ابتداء الانبات . وكذلك المواد التى تترود بها الفراخ الصغيرة السن من درنة بطاطس مستفرخة أو الأوراق والفراخ المزهرة الصغرى من بصلة نامية هى كربوايدارت ودهون وبروتينات أى مركبات عضوية ذات بناء معقد مماثلة لتلك .

ولذلك البراعم النامية من شجرة فى الربيع تغتذى بمركبات شبيهة بتلك فكل شئ يدل على أن البروتوپلازم فى النباتات والحيوانات على السواء تتوقف تغذيته المباشرة فى كل وقت على مواد عضوية من هذا القبيل .

وتحصل الحيوانات والنباتات الطفيلية والسبروفية على هذه المركبات مباشرة أو بواسطة من أجسام كائنات أخرى حية أو غير حية . فان لم تحصل عليها ماتت

على عجل . وتحتاج النباتات الخضراء كذلك الى زاد معقد التركيب لنشوتها ونموها ، على أنها ليست بالأجمال مهياة للحصول على مركبات من هذا القبيل مما يحيط بها ولكنها قادرة على صنعها من مركبات غير عضوية كأكسيد الكربون والماء وأملاح شتى — تأخذها من الجو والتربة على أنه ان كانت هذه المواد غير العضوية التى تمتص من الهواء والتربة تسمى عادة ”زاد النباتات“ نرى أنه يحسن أن تسمى ”بالمواد الزادية“ إذ أن النبات الحى لا يستطيع أن يغذى نفسه بها مباشرة بل انما يحصل ذلك بعد إذ يكون قد اصطنعها فجعلها مركبات أكثر تعقيداً فى التركيب يمكن استعمالها لتغذية البروتوپلازم وتكوينه أنسجة الأعضاء النامية .

والبادرة بعد إذ تكون قد استهلكت الزاد الذى اخترنته الأم لها لا يستطيع الاستفادة من أكسيد الكربون والأملاح البسيطة حتى تتعرض للضوء بشرائط تسمح لها باصطناع هذه المواد غير العضوية وبأن تبني منها بطريقة التركيب (Synthesis) مركبات شبيهة بما استهلكته لنفسها ، وهى المركبات التى صنعتها الأم من قبل .

٢ — المواد الزادية وامتصاصها .

يحصل على المواد الزادية التى تمتصها النباتات الخضراء العادية من الجو المحيط بها ومن التربة التى تنمو فيها النباتات .

وقد أثبتت بواسطة طرق المزرعة الرملية والمزرعة المائية أنه يجب لتغذية النباتات الخضراء أن تمتد بمواد زادية تشتمل على عشرة عناصر أو أحد عشر عنصراً كما هو مشروح فى الفصل الثانى عشر .

وقد تبين أيضاً بواسطة هذه الطرق التجريبية أن النباتات لا تتسوى عندها الصورة التى يقدم عليها أى عنصر لها فهى غير قادرة مثلاً على استعمال

كل المركبات الأزوتية كورد للأزوت ولا أن تحصل على ما يلزمها من الكربون من كل مركبات الكربون .

ويقتضى في المركب الذى يمكن أن يكون نافعا للنبات كمادة زائدة قادرة على إمداده بعنصر خاص لتغذيته أن يكون (١) قابلا للذوبان وقادرا على الانتشار من خلال الجدار الخلوى والبروتوبلازم (٢) أن يكون ذا تركيب كيميائى خاص .

وغاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء هو المورد المهم الذى يحصل منه على عنصر الكربون فأما امتصاص هذا الغاز واستعماله بعد ذلك فقد أرجأنا البحث فيه الى الفصل التالى .

ويحصل على المواد الزائدة ، التى تؤدى بقية العناصر اللازمة للنبات ، من التربة بواسطة قوة الانتشار الغشائى من خلال الشعيرات الجذرية .

وفضلا عن هذا فإنه لا يمكن النباتات أن تمتص ما تحتاج اليه إلا من المحاليل المخففة من المواد الزائدة ، فأما النباتات المنماة بواسطة المزارع المائية فإنها تتجح إذا كان المقدار الكلى من المواد الصلبة الذائبة فى الماء لا يزيد على ٢.٠٪ الى ٥.٠٪ أى ٢ الى ٥ أجزاء فى ١٠٠ جزء من الماء . والمحاليل التى تشتمل على ٢.٠٪ و ٢.٠٪ من المواد الذائبة تضر بروتوبلازم النبات وتمنع النمو . ومن ثم تتضح أهمية اجتناب استعمال الأسمدة القابلة للذوبان بكثرة . وماء التربة الذى تأخذ منه النبات كل ما تحتاج اليه لا يشتمل فى العادة إلا على ٠.١٪ الى ٠.٣٪ من المواد الصلبة الذائبة فيه .

وغاز ثانى أكسيد الكربون يتولد فى باطن الأرض فى عملية التعفن والتحلل التى تحدث فى الأسمدة الموجودة ، ويفرز بمقدار قليل فى عملية التنفس التى

يقوم بها بروتوبلازم الشعيرات الجذرية . وهذا الغاز يساعد النباتات على امتصاص المواد الزائدة مساعدة غير مباشرة ، إذ أن من هذه المواد ما يكون غير قابل للذوبان فى الماء النقي ولكنه يذوب فى الماء المشتمل على ثانى أكسيد الكربون ذوبانا مذكورا .

ويلاحظ أيضا أن ثانى أكسيد الكربون وفسفات ايدروجين البوتاسيوم وغيره من المواد التى لها تفاعل حمضى تحرق جدران خلايا الشعيرات الجذرية وتساعد على أكل بعض المركبات المعدنية التى تتصل بها وإذا بها كفسفات الكلس و كربونات الكلس والمجنيزيوم .

إذا غمس جذر النبات فى اناء يشتمل على ماء يحتوى مادة محلبة فقد لا تستطيع المادة الذائبة أن تمر من خلال الجدر الخلوية أوسيتوبلازم الشعيرات الجذرية وعليه فلا يدخل من هذه المادة شئ فى النبات . فأما إذا استطاعت المادة أن تتسرب فى هذين الغشائين الخلويين فإنها تمر إلى الشعيرات الجذرية ومنها الى سائر خلايا النبات حتى تشتمل العصارة الخلوية من هذه المادة على مقدار يناسب ما فى الماء الخارج الموجود فى الاناء ، فإذا تم ذلك تقرّر التوازن ولم يمتص شئ من المادة الذائبة بعد ذلك . فأما إذا استعملت المادة بعد دخولها النبات فى عمليات التغذية أو تغيرت الى مادة غير قابلة للذوبان أو مركب غير ذى طبيعة الانتشار الثانى ، فإن التوازن الانتشارى بالنسبة لهذه المادة بالذات ينعدم ويمكن إذ ذاك أن يمتص من هذه المادة مقدار آخر .

وبهذه الطريقة يستطيع النبات أن يستخرج كل المادة المنذوبة فى الماء الذى تتصل به جذوره استخراجا تاما ، ويستطيع أن يجمع فى باطنه مقادير كبيرة من بعض العناصر من المحاليل المشتملة على أقل أنارات (Traces)

أخرى فى النبات ، نجد أن البشنيين لا يستعمل إلا قليلا جدا فلا يلبث أن يحدث توازن انتشارى لا يدخل بعده شئ من السليكا فى النبات . ويتناسب مقدار أى مادة ممتصة من التربة تناسباً مطرداً مع المقدار المستعمل فى العملية الكيميائية التى يقوم بها النبات حتى لقد يمتص من مادة موجودة بكثرة مقادير صغيرة فقط فى حين أنه قد يستخرج مركب موجود فى التربة بمقدار قليل استخراجاً كاملاً .

أما طبيعة المركبات غير العضوية التى تحصل منها النباتات الخضراء على مددها من العناصر اللازمة لتغذيتها . فقد سبق ذكرها عند بحث تركيب النباتات فى الفصل الثانى عشر وكل هذه المواد الزائدة تقريباً — ماعدا الكربون — تمتص من التربة .

وقد دلت التجارب على أن استمرار النمو وإزالة المغلات (الحاصليل) من الأرض يؤدى عاجلاً أو آجلاً إلى حالة ترفض معها انماء مغل مفيد من أى نوع حتى يعطى لها أسمدة .

وسبب هذا المحول فى الأرض أن النباتات ترفع فى أجسامها من التربة التى تنمو فيها مقداراً من مكوناتها ، وعليه فؤدى إزالة المحصول عن الأرض إزالة مقدار عظيم من أهم مكونات التربة الزراعية ، وبما أن هذه التربة لا تشتمل على مقدار غير محدود من المواد الزائدة النباتية على صورة قابلة للذوبان والاصطناع فيفهم من ذلك أن دوام إزالة المحصولات من الحقول يؤدى حتماً إلى نفاد ذخيرتها وإلى جوع النباتات القائمة عليها ما لم تسعف بمدد جديد من المواد الزائدة يقوم مقام ما قد أزيل .

أجل ، إن الأرض بعد إذ يجرى عليها هذا الأمر لا تخلو من مكوناتها النافعة خلوا تستعصى النباتات معه عن النمو فيها ، إذ أن المواد الزائدة القابلة

منها مثال ذلك : ماء البحر فإنه لا يشتمل على أكثر من جزء واحد من اليود فى ١٠٠ مليون جزء من الماء ومع ذلك فإن رماد بعض الحشائش البحرية يشتمل على مقدار بين ١ و ٦ ٣ فى المائة من هذا العنصر ويتوقف المقدار الكلى من أى عنصر يوجد فى رماد نبات ما على (١) مقدار المادة القابلة للذوبان التى تشتمل على هذا العنصر من مواد التربة المزروع فيها النبات (٢) قابلية الانفاذ النوعى لبروتوبلازم الشعيرات الجذرية وعلى (٣) ما إذا كان النبات يستخدم المادة المعينة أو يحولها أو يزيلها من عصارتها الخلوية حتى يمكن أن يدخل إلى النبات منها مقدار آخر بواسطة الانتشار الغشائى .

وبذا وجد أنه إذا زرع نوعان مختلفان من النبات فى محلول زادى واحد أو كانت جذورهما فى تربة واحدة كان كل منهما فى العادة يشتمل على مقادير مختلفة من كل نوع من أنواع المكونات الرمادية المختلفة . مثال ذلك : مقدار السليكا فى رماد البشنيين فإنه فى العادة أقل من ٢٥ فى المائة فأما الغاب العادى (فراجميتس كومونى *Phragmites Communis*) الذى ينمو فى التربة الاستنقاعية فإنه يشتمل على ٧٠ فى المائة من السليكا ، وبينما تجد أن رماد نبات البازلاء لا يشتمل على مقدار من السليكا أكثر من ٧ فى المائة ترى رماد التجليات النامية فى نفس التربة يشتمل على أكثر من ٢٠ فى المائة منها .

وتعزى هذه القوة الانتخابية الكمية المختلفة (Quantitative Selective Power) فى النباتين المقارنين إلى الاختلاف فى قدرتهما على استعمال السليكا ؛ يحتمل أن المادة التى تشتق منها السليكا تنتشر فى جذورها الخلوية بدرجة واحدة ولكن بينما يستمر الغاب فى إزالة المركب المذكور من العصارة الخلوية ، وإيداع مقادير كبيرة من السليكا فى الجدر الخلوية ، وعليه يسمح بدخول مقادير

الفصل السادس عشر

تثبيت الكربون أو التمثيل — التركيب الضوئى

(Photosynthesis) (Assimilation) (Charbon Fixation)

١ — قد كانت مسألة المورد الذى تستمد منه النباتات كبير مقدار الكربون الذى يتكوّن منه أكثر من نصف وزن مادته الخاففة موضوع بحث واسع زمننا طويلا .

فالنباتات الطفيلية كالحامول (Dodder) والهالوك (Broom rape) وكثير من أنواع الفطر (Fungi) تعلق نفسها على غيرها من الكائنات الحية وتمتص منها كل ما تحتاج اليه من الكربون على صورة سكر وبروتينات وغير ذلك من مركبات الكربون المصطنع . وأنواع البروفيت كمش الغراب (Mush-room) وغالب أنواع الفطر العادى التى هى كالطفيليات السابقة الذكر، خالية من الكلوروبلاستات، تحصل على الكربون اللازم لها على صورة مصطنعة مشابهة لما ذكر من المركبات الكربونية الموجودة فى بقايا النباتات والحيوانات الميتة التى تعيش عليها .

ويحتمل أيضا أن كل النباتات الخضراء تمتص وتستعمل مركبات الكربون العضوى من الدبال (Humus) أى البقايا النباتية أو الحيوانية المتحللة فى الأرض وإن كان قد أثبت أن هذا المصدر غير كاف لاعطاء كل الكربون اللازم لتنام تغذية النباتات التى من هذا القبيل تغذية صحيحة .

وبطريقة الزراعة المائية أو الرملية يمكن أن يبين بسهولة أن النباتات الخضراء العادية تنمو وتزداد اشتمالا على الكربون اذا أمدت جذورها بمحلول

للدوبان فيها لا تنفك تنحدر أى تتجدد من مختزن المواد غير القابلة للدوبان التى فى التربة بما للبرد والحر وللعمل الكيماوى الذى للهواء والماء من التأثير التحليلى فيها؛ ولكن لا بد لا مكان الحصول على مغلات مفيدة من الأراضى التى أخذت منها مغلان متواليان أو ثلاثة من تسميد الأراضى بسماد يشتمل على مواد زائدة أو على سماد يمكن أن تنحدر منه هذه المواد .

لا تنمو النباتات ما لم تمد بكل العناصر التى نص عنها فى صفحات (١٣١ الى ١٣٦) فاذا كان أحدها هذه العناصر مفقودا فقدانا تاما استحال النمو . ولهذا الخاصة كانت قدرة التربة على اعطاء مغل ما مضبوطة بضابط العنصر الجوهري الموجود فيها على أقل مقدار .

واذا اشتملت التربة على مقدار قليل جدا من الفوسفات اللازمة للنمو محصول ما ، لم يجد معه أن تكون العناصر الأخرى كالأزوت والبوتاسيوم موجودة بكثرة زائدة إذ أن هذه لا يمكن الانتفاع بها حتى يكون الفوسفات اللازم متوفرا .

والمواد الزائدة التى يحصل منها النبات على عناصر الكبريت والحديد والمغنيزيوم والكلس والكربون والاييدروجين والأكسجين موجودة دائما فى التربة والهواء بوفرة كافية لحاجة كل أنواع المغلات، ولكن المركبات التى تعطى الأزوت والفوسفات والبوتاسيوم تزال عادة من التربة الى حد لا يتاح معه للمغلات التامة أن تنمو حتى يضاف الى التربة ما تحتاج من هذه العناصر.

من المواد الزادية التى لا تشتمل على كربون ما دام المحلول يشتمل على كل العناصر الجوهرية الأخرى .

ففى هذه الظروف يكون المورد الوحيد الذى يستمد منه الكربون هو ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو المحيط بالأوراق على أنه ان كان مقداره النسبى فى الجو من القلة بحيث ان متوسطه هو $\frac{3}{8}$ جزء فى ١٠,٠٠٠ فانه هو المورد الذى تستمد منه كل النباتات المزروعة بطريقة الزراعة المائية كل ما تحتاج اليه من الكربون .

وينتج ثانى أكسيد الكربون فى عمليات التخمر والتحلل الحادثة فى التربة العادية وقد يشتمل الهواء الذى يمر خلال التربة على مقدار يبلغ خمسة فى المائة من هذا الغاز بعضه يدخل جذور النباتات ذائبا فى ماء تيار التسح . على أنه قد تبين من تجارب كاييتيه (Cailletet) ومول (Moll) أن مدد ثانى أكسيد الكربون الذى يحصل عليه بهذه الطريقة هو غير كاف لحاجات النباتات الخضراء العادية .

وقد أثبتت الأبحاث الواسعة المتخذ فيها كل الحيلة أن لاشك فى أن أهم مادة زادية تؤخذها النباتات الخضراء موردا للكربونها هى ثانى أكسيد كربون الهواء وأن هذا الغاز تمتصه الأوراق . وأثبتت فضلا عن ذلك أن دخول هذا الغاز الى أنسجة النباتات انما يكون من ثغور الأوراق . وقد يدخل — أو لا يدخل مطلقا — من قشرة الخلايا البشرية .

وقد بحث العالمان "براون (Brown)" و"اسكومب (Escombe)" منذ عهد قريب عن السرعة التى يحدث بها امتصاص هذا الغاز بواسطة الأوراق فوجدوا أن مقدار ما تمتصه نبات الهليانثوس أنيوس وهو معرض الى ضوء

عام منتشر كان مرة ١٢ ٤ سنتيمترا مكعبا فى كل متر مربع من سطح الورق فى الساعة وكان امتصاص ورقة كانالبا ٣٤٥ سم م عن كل متر مربع فى الساعة . ووجد أن سرعة امتصاص ورقة لهذا الغاز فى ظروف مناسبة كان مساويا لنصف ما تمتصه محلول قوى من البوتاسا الكاوية مساحته كمساحة تلك وبما أن الفتحات الحقيقية الكائنة بين الخلايا الحارسة من الثغور فى الورقة التى كانت محل البحث لم تبلغ أكثر من $\frac{1}{10}$ جزء من المساحة بأجمعها ينتج من ذلك أن السرعة التى دخل بها ثانى أكسيد الكربون كانت أشد من سرعة امتصاص البوتاسا الكاوية لهذا الغاز بخمسين مرة وهى نتيجة مدهشة .

قد تؤدى هذه القوة الامتصاصية التى للزروعات الخضراء الى ازالة ثانى أكسيد الكربون من الهواء ازالة كلية لولا استمرار تعويض الجو عما يفقد بما ينتج فى عمليات التنفس التى يقوم بها كل شئ حى وبما ينتج من احتراق الفحم والخشب وغيرهما من أنواع الوقود المشتمل على كربون .

وبعد دخول ثانى أكسيد الكربون فى خلايا الورقة مع مقدار نسبى من الماء يعتبره تغير كيمائى يؤدى الى تكوين مواد كربوايدراتية قابلة للذوبان وينطلق فى هذه العملية غاز الأوكسيجين . بذلك يصبح كربون ثانى أكسيد الكربون "مثبتا" وسرعان ما تتجمع المواد الكربوايدراتية فى أنسجة النبات وينطلق الأوكسيجين فى الهواء .

وقد تمثل هذه العملية كما يأتى :

ثانى أكسيد الكربون + ماء = ايدروكربون + أوكسيجين .

وقد اعتاد النباتيون أن يستعملوا كلمة "التمثيل" للدلالة على تركيب النباتات الخضراء للكربون بهذه الطريقة من ثانى أكسيد الكربون والماء ولكن يحسن

أن يستبقى هذا الاصطلاح للتعبير به عن عملية تحول الأغذية الى مواد الانسجة كما تواطأ الفيسيولوجيون الحيوانيون ونستعمل لهذا الانتاج التركيبى (انتاج الكربوايدرات) كلمة أخرى خاصة بالنباتات الخضراء . وبما أن هذه العملية تتوقف على الضوء فقد اقترح لها لفظ "التركيب الضوئى" ونرى اطلاق هذا الاصطلاح أو كلم "تثبيت الكربون" بدل لفظ "تمثيل" .

أما حقيقة طبيعة الكربوايدرات الذى يتكوّن أولاً أثناء العملية فغير معروفة . ولكن العالم فون بيير (Von Baeyer) ارتأى أن الفورمالدهيد (ك بد ١) هو أول ما ينتج بناء على المعادلة :



وأن هذا المركب يتكثف بعد ذلك فيصبح كربوايدرات قانونه (ك بد ١) . على أنه لا يمكن العثور على الفورمالدهيد فى الأنسجة التى يحدث فيها تثبيت الكربون ، فضلا عن أن تجارب بوكورنى (Bokorny) تبين أن النباتات قد تستعمل الفورمالدهيد فى بعض الظروف لانتاج كربوايدرات فان القول بأن هذا المركب هو أول درجة فى تكوين المركبات الكربونية من ثانى أكسيد الكربون والماء ليس إلا نظرية فرضية .

فأما ما لا شك فيه فهو أن أنواع السكر تتكوّن على عجل فى خلايا البرنشمية الورقية بعد أن تمتص أوراق النبات الخضراء ثانى أكسيد الكربون من الهواء . وتدل الأبحاث الباهرة التى عملها براون وموريس أن نوع السكر الذى يصنع أولاً هو سكر القصب ثم أن الدكستروز والفلولوز والمالتوز تظهر فى الأوراق تبعا لفعل الأنزيمات فيما تكوّن قبلها من سكر القصب والنشا .

وإذا بلغ تجمع السكر فى الأوراق من كثير من النباتات حداً محدودا كوّنت البلاستات اللونية (كلوروبلاست) منه حبوباً نشوية وتظهر هذه الحبوب فى باطن مادة الكلوروبلاستات وكانت أول حاصل منظور من عملية تثبيت الكربون . ويتوقف المقدار الكلى لأنواع الكربوايدرات الناتجة بواسطة أوراق ذات مساحة واحدة على الخواص الحيوية الباطنية التى لمختلف أنواع النباتات واليك مثلاً : تنتج ورقة هليانثوس من هذه المواد فى وقت معين أكثر مما تنتجه ورقة من نبات الفول القصير (Dwarf bean) ذات مساحة مساوية لمساحة تلك . فقد وجد "براون" و"موريس" أن المقدار الذى يصنعه النبات الأول فى اثنى عشرة ساعة فى يوم معتدل الضوء كان أزيد من ١٢ حبة من الكربوايدرات لكل متر مربع من السطح الورقى .

٢ - ويتوقف صنع أو تركيب المواد الكربوايدراتية بالطريقة المشروحة على شرائط أهمها ما يأتى :

- (١) أن تكون النباتات حية .
- (٢) أن يكون ثانى أكسيد الكربون موجودا فى الهواء المحيط بالأوراق
- (٣) أن تشمل الأوراق على كلوروبلاستات .
- (٤) أن يتيسر مقدار معلوم من شدة فى الضوء .
- (٥) أن تكون هناك درجة مناسبة من الحرارة لاجراء العملية .
- (٦) "تثبيت الكربون" يتأثر أيضا بوجود أو فقدان بعض المواد المعدنية ولا سيما مركبات البوتاسيوم التى يحصل عليها من التربة ولكن الوظيفة الخاصة التى تؤديها فى العملية غير معروفة وعملية "تثبيت الكربون" عملية حيوية تنقطع بموت النبات .

والنباتات التي توجد في هواء استخراج منه ثاني أكسيد الكربون لا تزداد في وزن جوامدها ثم يصيبها الموت بعد مدة بسبب الجوع . كما أنها لا تستطيع أن تعيش في جو لا يشغله إلا ثاني أكسيد الكربون ولكنها قادرة على القيام "بتثبيت الكربون" في هواء يشتمل على ٢٠ إلى ٣٠ في المائة من هذا الغاز . وتثبت الكربوايدرات — تبعاً لتجارب مونتمارتيني (Montemartini) — يحصل على أحسن حال وأقصى سرعة في هواء يشتمل على ٤ في المائة من ثاني أكسيد الكربون وهو ستة أمثال ما يوجد منه عادة في الجو أو سبعة أمثاله .

والظاهر أن عملية "تثبيت الكربون" إنما تقوم بها بعض أجزاء مخصصة من بروتوبلازم الخلايا أي الكلوروبلاستات إذ أن هذه العملية لا تحدث إلا في الأوراق والأجزاء التي هي خضراء . فأما الجذور وبتلات الأزهار والأجزاء البيضاء من الأوراق الملونة التي خلت من الكلوروبلاستات فليس لها يد في هذه العملية وكذلك الأمر في النباتات الطفيلية والسبروفيتية التي هي خالية من هذه الكيانات (الكلوروبلاستات) فإنها غير قادرة على استعمال ثاني أكسيد الكربون لتكوين — أو تركيب — المواد الكربوايدراتية . فأما أوراق الباذنجان الأرجواني والبنجر الأحمر وغيرهما من النباتات فلها عصارة خلوية تضرب إلى الحمرة تخفى تحتها اخضرار لون الكلوروبلاستات الموجودة في البرنثيمتين البالسيدية (Palisade) والاسفنجية من هذه الأوراق . وعليه فهذه النباتات تقوم بعملية "تثبيت الكربون" كما تقوم ذوات الأوراق الخضراء العادية .

والكلوروبلاستات كيانات صغيرة مطبورة في سيتوبلازم الخلية ، يتخلل مادتها صلب أخضر يسمى "الكلوروفيل" أي الخضير تصحبه مادة برقانية تضرب إلى الحمرة وتعرف "بالكاروتين" (Carotin) ومادة صفراء تسمى "زانثوفيل" (Xanthophyll) ملحقة بالكاروتين .

أما طبيعة الكلوروفيل (الخضير) الكيماوية فغير معروفة على أن تولده يتوقف بصورة ما على وجود عنصر الحديد في النباتات وإن كان لا يظهر أنه يشتمل على هذا العنصر .

وكلوروبلاستات النباتات المزروعة في الظلام أو التي تغطي مدة ماتفقد اخضرار لونها وتصبح عديمة اللون أو صفراء باهتة .

ويتوقف تولد الكلوروفيل على الضوء ماعدا كلوروفيل الكلوروبلاستات الموجودة في أجنة بعض النباتات . وعليه فالفلقنان وأول أوراق أغلب البوادر والأوراق الناشئة من البراعم الأرضية من النباتات المعمرة هي وحدها التي تخضر عند ما تصل إلى سطح التربة . كما أن تكون الكلوروفيل يتأثر بالحرارة ، فإن بلاستيدات كثير من النباتات النامية في الظلام لا تحدث لونها أخضر حتى ولو عرضت للنور إذا كانت الحرارة تحت درجة التجمد ولكنها تحدث هذا اللون على درجات أعلى من تلك .

ويستخرج الكلوروفيل بواسطة الكنؤل ولعله يكون إذ ذاك على صورة متغيرة . محاليله فلورية أي متلونة فتظهر حمراء كالدم إذا هي نظرت بضوء منعكس وتظهر خضراء إذا نظرت بضوء مخترق . وإذا عوملت بالحوامض تغير لونها فأصبح أخضر كدرا ضاربا إلى السمرة وبعد موت سيتوبلازم الخلايا تنتشر العصارة الخلوية الحمضية التي توجد في باطن تجويف الخلايا والنبات حتى خلال السيتوبلازم حتى تبلغ إلى الكلوروبلاستات فتدعوها إلى التغير إلى لون الخضرة السمراء التي هي خاصة بالأوراق الميتة . وليس تكوين الكلوروفيل بالأمر الوحيد الذي يكون الضوء له ضروريا بل الضوء ضروري مباشرة لعملية تثبيت الكربون إذ أن الانرجي (Energy) أي القدرة اللازمة لتحليل ثاني أكسيد الكربون والماء المستعملين في هذه العملية مستمدة من

انرجى أشعة الشمس ولا تستطيع النباتات الخضراء أن تحدث تركيب المواد الكربوايدراتية من ثانى أوكسيد الكربون والماء في الظلام . ولذلك فهى في هذه الظروف تفقد من وزن جوامدها نظرا الى ما يفقد منه في عملية التنفس الحاصلة في كل الأوقات (أنظر الفصل التاسع عشر) .

لا يكون صنع المركبات الكربونية في الظل وفي الأمكنة السيئة الاضاءة وفي الصوبات وفي أيام الشتاء الغائمة إلا قليلا لا يكفى في الغالب لامداد النباتات بحاجاتها الصحيحة . وبازدياد شدة الضوء يزداد "تثبيت الكربون" ازديادا نسبيا حتى يصل الى الدرجة القصوى وهذه لا يوصل اليها في كثير من النباتات حتى تكون معرضة لضوء الشمس مباشرة .

على أن من النباتات التى تألف الظل ما يحتاج الى مقدار شدة في الضوء معتدلة لتغذيته تغذية صحيحة . فاذا عرضت الى ضوء شديد قل تنشطها أو وقف . وأصاب الأذى كلورو بلاستاتها وغيرها من محتوياتها الخلوية البروتوبلازمية .

وخلايا البشرة في أغلب النباتات خالية من الكلورو بلاستات ؛ ولا شك أن محتويات خلايا هذا النسيج تحمى كلورو بلاستات الأنسجة الواقعة بعدها من سوء فعل شدة الضوء وفضلا عن ذلك فإن الكلورو بلاستات تثقل الى مواضع أكثر افادة لها في باطن الخلايا اذا أصبحت شدة الضوء الواقع على الأوراق بالغة .

والأشعة الحمراء والبرتقائية والصفراء الموجودة في ضوء الشمس هى أشد الأشعة أثرا في "تثبيت الكربون" أما الأشعة الأرجوانية والبنفسجية فليس لها من الأثر في هذه العملية إلا قليل جدا .

و"ثبيت الكربون" في كثير من النباتات يحدث بمقدار قليل على درجة أو اثنتين فوق درجة التجمد فإذا ازدادت درجة الحرارة ازدادت العملية تنشطا حتى تصل الى درجة ٢٠ سـ ج أو ٢٥ سـ ج فأما بعد هذه الدرجة فإن هذه العملية يقل تنشطها حتى إذا بلغت درجة ٥٦ سـ ج وقفت وانتهى الأمر بموت النبات .

تج ١١٢ : ضع بعض فراخ من البوتاموجيتون (Potamogeton) في كوبة ملاءى بالماء وضع قعا زجاجيا فيها مقلوبا كما في شكل (٧٨) وضع أنبوبة اختبار ملاءى بالماء على طرف القمع . وعرض جميع ذلك لنور ضاح ولاحظ أن فقائع من الغاز تصعد عن أوراق النباتات وتجتمع في نقطة (و) في الأنبوبة الاختبارية وبعد أن تجتمع بضعة سنتيمترات كمعة من الغاز في الأنبوبة انزعها من القمع وضع إبهامك على الطرف المفتوح منها وهي تحت الماء حتى تمنع الهواء من الدخول . ثم ارفع الأنبوبة من الماء رفعا كليا واقبها ولا يفارق إبهامك طرفها الذي سدته طول المدة ، ثم ارفع إبهامك وأزل غود ثقاب متجمر في الغاز .

أجل ، ان الغاز المتجمع ليس أوكسيجينيا تقيا ولده يستعمل على نسبة منه عظيمة ولذلك يسبب لعود الثقاب المتجمر أن يالتهب عند وضعه فيه .

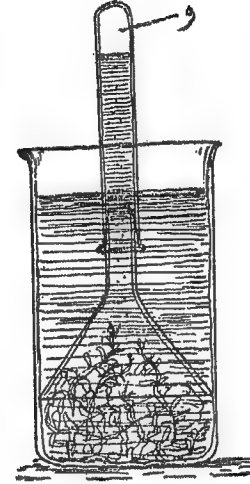
تج ١١٣ : (١) أربط فرخا طرفيا من نبات البوتاموجيتون طوله ٤ بوصات أو ٦ بقضيب زجاجي وضعه بحيث يكون الطارف المقطوع من الفرخ الى أعلى في أنبوبة زجاجية ملاءى بماء بر .

عرض جميع ذلك الى ضوء نهار ضاح ، وأقرب وعد فقائع الأوكسيجين التي تصعد عند الطرف المقطوع من الفرخ في دقيقتين أو ثلاث .

(٢) انقل هذا الجهاز الى مكان سبي الاضاءة وعد الفقائع التي تنطلق في نفس الوقت السابق . واذكر هل يزداد عددها اذا عرضت النبات لضوء ضاح عما اذا عرضت لضوء مظلم أم لا ؟

تج ١١٤ : أعد هذه التجربة ولكن استعمل فيها ماء سبق لك غلية حتى اخرج منه كل غاز ثاني أوكسيد الكربون . ولاحظ أنه لا ينطلق من الورق إلا قليل من الغاز إن لم يمتنع بتاتا . عند ذلك أضف مقدارا من ثاني أوكسيد الكربون الى الماء بأن تنفخ في أنبوبة زجاجية منغمسة فيه .

تج ١١٥ : أعد التجربة ١١٢ واستعمل جذورا وأزهارا وغيرها من الأجزاء النباتية غير الخضراء لتبين أنه لا ينطلق أوكسيجين من مثل هذه الأجزاء .



(شكل ٧٨)

تج ١١٦ : (١) أقطف ورقة من بعض النباتات العريضة الأوراق وذلك في عصر يوم دافئ . واضح الضوء . واختبر هل تجدها نشا . وذلك بأن تضعها أولاً في ماء غال مدة دقيقة تنقلها بعدها الى الماء فيه كؤولات مثله دائمة لاذابة الخضير وغيره من الأصباغ . وارك الأوراق في هذا الماء بضع ساعات حتى يبهت لونها ثم انقلها بعد ذلك الى طبق فيه محلول اليود (أنظر تج ٧٩) . فإذا كانت الأوراق تشتمل على نشا انقلبت سوداء أو أرجوانية قائمة .

(٢) اختبر هل تجدها نشا في الأوراق المبقعة بالطح بيضاء وبين أن لا نشا في الأجزاء البيضاء التي خلت من الكلور بلاستات .

تج ١١٧ : (١) ادهن ورقة كثري بالزبدة أو الشحم على جانبها لسد الثغور واركها بعد ذلك يومين وفي عصر اليوم الثالث أزل الزبدة أو الشحم بماء حار واختبر هل تجدها نشا في الورقة . ولاحظ أنه لا يتكون نشا في النصف الذي منع غاز ثاني أكسيد الكربون من الدخول اليه . (٢) ادهن السطح الأعلى فقط من ورقة كثري والسطح الأسفل من ورقة كثري أخرى . واركهما ثلاثة أيام ثم ابحث عن النشا .

وابحث أي الورتين أحوى للنشا ، ثم تحقق على أي السطحين تكثر الثغور .

تج ١١٨ : لبيان تأثير الظلام في تكوين النشا ضع ورقة تريبولم مربوطة في كيس من الورق الأسمر حتى لا يدخل اليها نور بة ودعها كذلك يومين ثم ابحث عن وجود النشا .

تج ١١٩ : اغل مقدارا من أوراق النجيليات دقيقة أو اثنتين ثم انتزع منها الخضير بوضع الأوراق في كؤول قوى في خزانة مظلمة .

وصب بعض المحلول في كوبه أو في أنبوبة كبيرة ولاحظ اخضرار لون المحلول عند عرضه في النور وحرته القائمة اذا نظر اليه بنور منعكس عنه .

ولاحظ ما يحدث من التأثير في الضوء عند وضع بعض فقط من الحماض الأيدروكلوريك الى المحلول .

تج ١٢٠ : انبت بعض بوادر من القمح والجردل والبازلاء في ظلام دامس . ولاحظ أن أوراق هذه البوادر لا تكون خضراء . ثم عرض النباتات للضوء وراقب الوقت الذي تبدو فيه أول علامات اخضرار اللون للعين .

تج ١٢١ : ضع ناجورا أو ساطانية أو حوضا قلوبا على مكان من غيط ثابت حتى يمنع الضوء عن النبات الذي تحته . وراقب كيف يفقد النبات اخضرار لونه بعد أيام .

الفصل السابع عشر

تكوين البروتينات — نقل الزاد واختزانه

١ — تحدث على الدوام في جسم النبات عدة تغيرات كيميائية عظيمة يطلق على مجملها اسم "العمليات الميتابولية" أو "الميتابولزم" (Metabolism) (التغير الغذائي) ومن هذه العمليات ما يؤدي — كالتي سبق بحثها في الفصل السابق — الى تكوين مركبات معقدة من مركبات أبسط منها . وتسمى هذه العمليات "بالانابولية" أو "بالانابولزم" (Anabolism) . (التحويل الغذائي التشييدي) . فاما تلك التي تؤدي الى تحليل المركبات المعقدة الى مركبات أبسط منها فتدرج تحت اسم "الكاتابولزم" (Catabolism) . (التحويل الغذائي التحليلي) .

فاما الظروف التي تحدث فيها التفاعلات الكيميائية في جسم النبات الحية فهي أشد وأعظم تعقيدا من تلك التي نصادفها في المعامل الكيميائية وربما كانت تخالفها جذا المخالفة ولا تزال معلوماتنا عن التغيرات الكيميائية التي تعني بانتاج كثير من المركبات العضوية المختلفة الموجودة في النباتات قليلة جدا غير كاملة .

تكوين البروتينات

ليس تركيب أنواع السكر وغيره من المركبات الكربوهيدراتية من مواد غذائية بسيطة غير عضوية بالأمر الوحيد الذي يحدث أثناء نمو النباتات الخضراء بل يحدث أيضا بناء مركبات عضوية أخرى أهمها ما يشتمل على الأزوت وهذه هي الأميدات والبروتينات .

فى الساق والجذور وفى بعضها لا يوجد بنة والظاهر فى هذه الحالة أن هذه المركبات تتحلل بمجرد دخولها أطراف النباتات أى فى الشعرات الجذرية وفى ألياف الجذر الواهنة .

وقد يستنتج من هذا أن بين المركبات النيتراتية البسيطة التى تمتص من التربة وبين البروتينات المنتجة فى النباتات حواصل وسطية كثيرة يصنعها النبات . فأما ماهية هذه الحواصل فلا تعرف يقينا ولكن لاشك أن مادة الاسباراجين (الحامض الأميدوسكسناميك) (Succinamic) هى من ضمن المواد الأزوتية الوسطية التى تنبى منها البروتينات فى النهاية بمعونة الكربايدات التى سبق تكوينها وربما كان منها غير الاسباراجين من الأميدات والحوامض الأميدية .

ويظهر أن بناء البروتينات من الاسباراجين وأنواع السكر فى بعض الأحوال ، يحدث فى الأوراق وربما استمر فى الظلام ولكن فى بعض الأحيان تزداد سرعة العملية اذا تعرضت النباتات للضوء . ويحدث مثل هذا الصنع فى الجذور وربما حدث فى غيرها من أجزاء النباتات .

وقد بين العالم "شولتز" (Schultze) وغيره أن فى استطاعة النباتات أن تستعمل النترات وأملاح النواشادر لصنع الاسباراجين وغيره من المركبات الأميدية الملحقة به ، وظروف تكوين الاسباراجين من النترات هى — كما قال العالم سوزوكى (Suzuki) — ارتفاع درجة الحرارة ارتفاعا ١٠ ووجود السكر .

وفضلا عن تكوين الاسباراجين بطريقة التركيب الكيماوى من النترات أو الأملاح النواشادرية والسكر ، فانه يظهر أنه ينتج فى النباتات بتحلل البروتينات فيمكن أن يستعمل هذا الاسباراجين ثانيا لتجديد بروتينات اذا وجد من المواد الكربايدراتية مدد موافقة لاتمام عملية التركيب .

فأما المصادر الطبيعية التى تستمد منها النباتات الخضراء ما يلزمها من الأزوت أى النيتروجين لانتاج هذه المركبات فهى :

- (١) الأزوت الخالص غير المتحد الذى يوجد فى الجو
- (٢) مركبات الدبال الأزوتية العضوية المعقدة التى فى الأرض .
- (٣) الأملاح النواشادرية الموجودة فى الأرض .
- (٤) الأزونات أى النترات .

والظاهر أن الفصلية البقلية دون سائر النباتات العليا التى تعيش فى سيمبيوسيس (Symbiosis) مع البكتريوم هى وحدها القادرة على الانتفاع بالأزوت السائب فى الهواء . وقد أثبت بواسطة المزارع الرملية والمائية أن النباتات الخضراء ان كانت تستطيع أن تستعمل الأملاح النواشادرية كالبوليا واللويسين وكثيرا من المركبات العضوية الأزوتية مباشرة فانها تجود اذا هى امدت بأزوت على صورة نترات ، وهذا صحيح حتى فى النباتات البقلية التى تستطيع فى الظروف المذكورة أن تحصل على أزوتها من الجو .

وبما أن الأملاح النواشادرية والمركبات الأزوتية العضوية من البراز والبول والدبال اذا هى وضعت فى الأرض تتغير فى النهاية الى نترات فيستنتج أن النباتات تحصل فى العادة على أهم جزء من الأزوت الذى تحتاج اليه من أزونات الكلس والمغنيزيوم والبوتاسيوم والصوديوم الموجودة فى الأرض .

ولا تزال التغيرات الكيماوية التى تحدث للنترات بعد أن تمتصها النباتات وكذا الأنسجة أو الأعضاء التى تحصل فيها هذه العمليات غير معروفة تقريبا وتختلف النباتات بعضها عن بعض فى طريقة أخذ النترات ، فقد يوجد النترات فى بعض الأنواع شائعة فى كل أجزائها . ولا يوجد فى غيرها إلا

ويظهر أن سكر القصب كما دلت أبحاث "براون" (Brown) و"موريس" (Moris) هو أول ما ينشأ عن عملية تثبيت الكربون التي تقوم بها الأوراق الخضراء .

ويظهر أيضا أن سكر القصب يتحول بعد ذلك بواسطة الإنزيمات المحولة في الأوراق الى دكستروز وليفيولوز ، ثم ينتقل هذا السكر من النصل الورقى الى العنق ثم الى الساق ومنها ينتقل على استطالتها الى البراعم ونقط النمو وغيرها من أجزاء الجذر والفرخ حيث يكون النمو وتكوين الأعضاء أو الأنسجة الجديدة جاريا وكذلك الى المراكز التي تنحرف فيها الأغذية الاحتياطية .

وتؤثر أنزيم الدياستاز الموجودة في الخلايا في النشا المتكون في كلوروبلاستات النصول الورقية فتحوله الى مالتوز وهذا ينتقل من الورقة مع بقية أنواع السكر الى مراكز التغذية والاختزان ويزداد الدياستاز في الأوراق المحفوظة في الظلام .

وعلى ذلك يكون تقلص النشا أسرع ما يكون في الليل .

وأنواع السكر وغيره من المواد الكربوهيدراتية تنتقل في النبات بطريقة الانتشار الغشائى من خلية الى خلية . وأكثر ما ينقل منه انما يكون من الأوراق الى الساق خلال الفلويم والخلايا البرنشيمية المستطيلة التي تحيط بالحزم الوعائية ؛ وفي الساق والجذور تنتقل هذه المركبات خلال أنسجة الفلويم وربما كان خلال الأجزاء الداخلة من القشرة الى حد قليل .

وتتلقى الأشعة النخاعية من الفلويم المواد التي تصنع في الأوراق وتملأها الى الكامبيوم وإلى الأجزاء الحية من الزيلم التي تحتاج الى تغذية .

أما البروتيدات وهي تتشرب ببطء عظيم أو لا تنتشر بة خلال الجدر الخلوية فتنتقل مسافات طويلة في السوق والجذور خلال أنابيب الفلويم الغربالية

ويقوم بعض المركبات غير العضوية — خلاف النترات — مثل السلفات والفوسفات في عملية تكوين البروتيدات اذ أنها تشتمل على كبريت وفي بعض الأحيان على فوسفور أيضا ؛ وربما دخل في تركيب البروتيدات المعقدة بعض العناصر المعدنية كال بوتاسيوم والكلسيوم المعروفة بضرورتها لتغذية النباتات .

٣ — استعمال ونقل واختزان المواد النباتية الزائدة .

إن المركبات العضوية الشتى التي تصنع بواسطة العمليات الأناوبولية (التشييدية) تستخدم بطرق مختلفة . وذلك أن مقداراً مامن المواد السكرية والدهنية يستهلك في عملية التنفس . وفي النباتات التي توضع في الظلام وفي الأطوار الأولى من نمو البذور وفي الدرنات والبصلات ، تؤدي العمليات التنفسية الانلافة الى فقدان مقدار عظيم من الكربون ينطلق في الجو على صورة ثاني أوكسيد الكربون ففي هذه الظروف يحدث نقص في وزن المواد الجافة من النبات على أنه اذا تم نمو الأوراق والأعضاء التي تعنى بأمر تثبيت الكربون حدثت زيادة مطردة في الوزن الجاف من مبدأ حياة النبات الى نهايتها إذ تكون الانابولزم أى التشييد أزيد بكثير من الكاتابولزم أى عمليات التحليل .

والجزء الأكبر من المواد السكرية والدهنية والبروتينية وغيرها من المركبات العضوية التي تضعها النباتات يستخدم في بناء الجدر الخلوية وپروتوبلازم الخلايا الحديثة ، الناشئة عند نقط النمو وفي تغذية پروتوبلازم الخلايا البالغة وكذا في تخمين جدرها الخلوية . وفي ظروف النمو العادية يبنى من المواد العضوية مقدار أكثر مما يحتاج اليه الأمر للتغذية الضرورية للنبات ولذلك فالزائد منها يختزن لتغذية نسلها واذا كان النبات معمرًا كان ذلك الاختزان لست حاجته من الغذاء فيما بعد ذلك من أدوار نموه .

وإذا ربط سلك أو حبل ربطا شديدا حول الأشجار والفروع أدى الى مثل هذه النتائج .

تج ١٢٢ : انتزع بعض أوراق من نبات الزو بيلوم والبرسيم وغيرهما من النباتات في العصر وابحث عن وجود النشا فيها بواسطة اليود كما في تج ١١٦ . وانتزع من نفس النباتات أوراقا في الصباح الأبد من اليوم التالى وابحث عن وجود النشا فيها .

فارق بين جمعة العصر وجمعة الصباح ولا حظ أن النشا في جمعة العصر أوفر .

تج ١٢٣ : انزع في الربيع أو في أوائل الصيف حلقة عرضها نصف بوصة تقريبا من قشرة فروع أشجار مختلفة وانزع من بعض هذه الفروع حلقتين أو ثلاثا من القشرة قريبة بعضها من بعض حتى يمكن ترك برعم على بعض الأجزاء التى لم تعمل فيها حلقة وتخلو من البراعم غيرها .

وراقب نمو أجزاء الفراخ الموجودة تحت الحلقة وفوقها وانظر هل البراعم الموجودة بين الحلقتين نامية نموًا مرضيا ؟

تج ١٢٤ : اقطع قبل تفتح البراعم الورقية في الربيع عقلا من الصنصاف طولها قدم تقريبا بحيث تكون من أجزاء فراخ مستوفاة النمو من السنة الماضية واعمل حلقة في كل عقلة على مسافة قيراط ونصف من قواعدهما وضع بعضها في الماء وبعضها في تربة رطبة . واتركها حتى تبدر جذور عرضية ، ولا حظ ارتفاع نمو الجذور والبراعم فوق الجزء الذى عملت فيه الحلقة ونسجه وكذلك حجمها النسبي .

تج ١٢٥ : احكم ربط فتلة أو سلك حول فرع شجرة ولقها عليه مرتين أو ثلاثا ولا حظ ما يعقب من نمو الأعضاء الشقي فوق الجزء المر بوط ونسجه .

إن المادة العضوية الزائدة التى يصنعها النبات تنقل الى أجزاء شتى من جسمه لتخزن لاستخدامها في المستقبل . ففي النباتات الحولية يخزن الغذاء في البزور فقط وفي القمح وغيره من الغلال يصبح اندوسبرم البزرة غاصبا به على التدرج . أما في البازلاء والفول وغيرهما من النباتات الحولية فإن الغذاء يخزن في فترات الجنين وفي النباتات ذات السنتين والمعمرة تملأ البزور بالغذاء المخزن على نحو ما سبق الوصف ولكن هذه النباتات تجمع وتخزن مقدارا عظيما من المواد

المفتحة وتؤثر الانزيمات في هذه المركبات أيضا فتحللها الى پبتونات وإلى أنواع الاميدات والاسباراجين واللوسين والثريوسين التى تنتشر بسهولة عظيمة .

ويسير تيار العصارة الحامل للواد الغذائية الحام من الأرض الى الأوراق من خلال الزيلم . فاما الغذاء المصطنع فينقل على الأخص خلال الفلويم ولا يعترض سير الماء من أدنى الى أعلى نزع حلقة كاملة من القشرة من ساق شجرة محزوزة الى نطاق الزيلم ولكنه يمنع تيار الغذاء المجهز من النزول الى الجذور ، وعليه فإذا لم يلثم الجرح بتكون نسيج موصل جديد على عرض الجزء المكشوف ماتت الجذور جوعا وأذنت الشجرة بالبلل . ويتوقف مقدار الزمن الذى تعيش فيه الشجرة بعد قطع مثل تلك الحلقة منها على نوع الشجرة وكذلك على مقدار المواد العضوية المختزنة في أرومة الجذر وفي الجذور قبل أن تجرح .

على أن الجذور المجروحة بحلقات تعمل فيها تعيش مدة غير محدودة إذ نشأت فراخ عرضية أدنى الجزء المجروح إذ أن هذه الفراخ الورقية تصنع مواد عضوية . وبما أن هناك اتصالا غير منقطع بين مثل هذه الفراخ الجديدة والجهاز الجذري فإن هذه الجذور تستطيع أن تتلقى مقدارا ما من المواد المغذية التى قد تكون كافية لاعانتها على النمو مدة طويلة وتمتنع المواد المصنوعة في فرع أو فرع من الشجرة من تركه إذا جرح بعمل حلقة فيه كالسابق شرحها . وعلى ذلك فالفرخ والنمار التى تكون عليه تنمو مزهرة تبعا لزيادة مدد غذائها .

ويغلب أن يحدث نمو خاص في أنسجة الزيلم والفلويم فوق الجزء المجروح بالحلقة مباشرة تبعا لتجمع المواد الغذائية واستخدامها في تلك النقطة وترى مثل هذه التخانة أو الاتساع في الساق بسبب عوق سير العصير المجهز فوق العقطة التى رشقت فيها الطعوم على الاصول في عملية التطعيم ولا سيما اذا كان اتصال الجزئين المطعمين غير كامل .

وحبوب النشا التى تتكونها الليوكوبلاستات هى فى العادة أكبر حجما من تلك التى تتكون مؤقتا وتختزن فى كلوروبلاستات الأوراق. وفى بعض البزور تختزن المادة الاحتياطية من الكربوهيدرات على صورة جدر خلوية مشخنة تشتمل على مادة الميميسلولوز.

والدهون والزيوت الثابتة التى تحدث فى بزور الكائن والقطر وغيرها هى مواد احتياطية غير أزوتية وأول ما ترى هذه المواد على صورة نقط دقيقة فى البروتوبلازم ، وتجرى هذه النقط الصغيرة بعضها الى بعض حتى تكون نقطا كبيرة . وفى بعض الأحوال يظهر أن الدهون والزيوت تصنع من الديستروز وغيره من أنواع السكر. أما فى غيرها فتولد من تحويل النشا .

والاسپاراجين واللوسين والجلوتامين وغيره من المركبات فى الأميدية تتكون فى الغالب أهم مختزن من المواد الأزوتية الموجودة فى العصارة الخلوية من الدرنات والجذور وريزومات النبات . فاذا تقدمت الدرنات والجذور نحو البلوغ انقلب بعض هذه المركبات الى بروتيدات . وفى بعض البزور الناضجة تكاد تتكون المادة الأزوتية الاحتياطية من بروتيدات مختزنة على صورة حبوب اليرونية (Aleuron-grains) جامدة ، وكل غير ذات شكل ولا يوجد فيها إلا قليل من المركبات الأميدية .

ويلاحظ أن المواد المختزنة بالفعل هى فى العادة مختلفة فى تركيبها الكيماوى وفى قابليتها للذوبان ، عن المواد العضوية التى نقلت الى الخلايا حيث يجرى الاحتزان . فاحدى صور السكر تتغير الى صورة أخرى من السكر بعد دخوله فى الخلية أو تستخدمه الليوكوبلاستات فى تكوين حبوب النشا ، وعليه فالعصارة الخلوية تصبح أقل تركزا من صنف السكر الذى دخل فيها ويتجدد الانتشار الغشائى .

العضوية قبل انتهاء سنة نمو واحدة فى أعضائها الخضراوية وتستخدم هذه المواد فى تغذية الكامبيوم والبراعم والجذور وتتميتها أثناء الأيام الأولى من سنة النمو التالية . أما فى اللفت والجذر فإن المواد الاحتياطية تختزن فى الجذور ، وفى البصل والثوم تختزن فى أوراق البصلات ، وفى البطاطس فى الدرنات ، وفى السبيرس اسكولنتس ، وكثير من النباتات العشبية المعمرة تختزن فى الريزومات أو فى أرومة الجذور .

وتختزن الأشجار والشجيرات غذاءها الاحتياطى فى برنشيمة القشرة عادة وفى الأشعة النخاعية من السوق .

وفى أنواع البصل وكثير من البصلات يختزن احتياطى كربوهيدراتها عادة على صورة سكر وديستروز . أما الفواكه فإن كثيرا منها تخزن على صورة ليشيولوز فى عصاريتها الخلوية وفى قصب السكر وقصب البنجر واللفت وأمثاله يكون المختزن من الغذاء سكرًا قصبيا مذوبا فى العصارة الخلوية وفى درنات الطرطوفة يـقـوم الأنيولين مقام السكر المذكور . وفى أغلب النباتات تختزن المواد الاحتياطية عادة على صورة جامدة غير قابلة للذوبان وفى هذه الحالة تشغل هذه المواد مكانا أضيق مما اذا كانت ذائبة .

وأشجع مختزن كربوهيدراتى جامد هو النشا وهذا يكون على صورة حبوب صغيرة كما سبق الوصف . وفى بعض الأحوال تتكون بعض حبيبات نشوية صغيرة فى باطن السيتوبلازم ولكن الحبوب الكبرى التى تكون فى مراكز الاختزان الخاصة انما يولدها ليوكوبلاستات الخلايا من أنواع السكر التى تنقل إليها من الأوراق حيث تجرى عملية تثبيت الكربون وعليه فالنشا فى الحبوب الغلالية وفى درنات البطاطس وفى الأشعة النخاعية وقشرة الأشجار فى الشتاء يتكون من أنواع من السكر سبق صنعها فى الأوراق .

وجذور أنصاف السبروفيت الخضراء هذه ليس لها شعيرات جذرية امتصاصية أو قد يكون لها قليل منها ومع ذلك فإنها تألف ميسيلة (Mycelium) بعض أنواع الفطر الموجودة في الدبال . ويسمى الفطر والجذر وهما مجتمعان "ميكوريزا" (Micorhiza) . وفي بعض النباتات تكون الميكوريزا أندوفيتية (Endophytic) يعيش إذ الفطر بعض العيش في باطن قشرة الجذر وفي غيرها يعاق على سطح الجذيرات ويغطيها بغطاء من الميسيلة أشبه بنسيج العنكبوت تنمو منه الهيفة (Hyphae) وتنتدى في الدبال وتمتص بعضه . ويسمى هذا النوع ميكوزينا إبيفيتية (Epiphytic) وربما كانت بعض مركبات الدبال العضوية تذيبها الفطر وتنقل مع غيرها من مركبات التربة الممتصة إلى النبات الذي يعيش معه الفطر . وعليه يبدو الفطر كأنه عامل مفيد إذ يعاون على الامتصاص وإلا لم يستطع النبات أن يوجد .

وقد وجد أن بؤادر الصنوبر تموت بعد مدة في أرض الغابات التي تعرض للماء الغالي أو لبخار الماء لقتل الفطر .

وبما أن نباتات هذا الفريق ذى الأوراق الخضراء ليست في حاجة لازمة للواد الكربوإدراتية فقد يحتمل أن تكون وظيفة الفطر امتصاص المركبات النوشادرية والمواد الأزوتية العضوية وكذلك المواد الأخرى التي تشتمل على مواد الرماد اللازمة لتكوين النبات .

بهذه التغيرات يمكن استمرار خزن المواد الاحتياطية وإلا فاف العصاراة الخلوية من الأنسجة الاختزانية تصبح من التركيز بحيث لا يمكن انتقال المادة إلى الخلية بواسطة الانتشار العشائى وفضلا عن ذلك فإن تغير مادة انتشارية قابلة للذوبان إلى صورة غير قابلة للذوبان يمنع انتفاخ الخلايا أن يكون مفرطاً .

تج ١٢٦ : أقطع قطاعات عرضية من أفرع العام الماضى من كثير من الأشجار في الشتاء وضئها برهة في محلول يود (أنظر تج ٧٩) وبعد ذلك ثبئها في الماء واغصها بالشبئية الصغرى ولاحظ في أى الأنسجة يوجد السكر بوفرة .

تغذية أنصاف الطفيليات وأنصاف السبروفيتات

من النباتات الخضراء ما يظهر أنه يأخذ بعض مواد عضوية جاهزة سواء من نباتات حية أو من الدبال بخلاف ما له من القدرة على تكوين مواد عضوية من ثائى أو أكسيد الكربون والماء والنترات وغير ذلك من المواد غير العضوية البسيطة ومن هذا الفريق نباتات تعرف "بأنصاف الطفيليات" (Semi-parasites) .

تعلق بعض أجزاء من جذور هذه النباتات نفسها بواسطة ممصات (Haustoria) تلفها على جذور النباتات النامية بالقرب منها وتمتص منها مقدارا ما من المواد العضوية وإلا فإنها إذا لم تعلق نفسها بهذه الطريقة على غيرها من النباتات لم يحسن نموها .

وهناك نباتات كثيرة منها أنواع الصنوبر والفصيلة المخروطية بالأجمال ، تظهر كأنها هي بالرغم من وجود كلوروبلاستات فيها تكمل مددها من المواد العضوية التي تصنعها بواسطة امتصاص مواد عضوية من الدبال المتحلل أو من عفن الورق (Leaf-mould) الذى يعثر على كثير من جذورها ناميا فيه .

التي تناسبها للقيام بعملها مناسبة تامة فهى بين ٣٠° و ٦٠° مئوية وأكثر
ماتكون فاعليتها الكيماوية فى الظلام . فأما تعريضها لنور وضاح فانه يوقفها
ويتلفها على التدريج .

٢ — واليك أهم الأنزيمات الحادثة فى النباتات :

(١) الأنزيمات التى تغير الكربوهيدرات المختلفة غير القابلة للذوبان
الى أنواع السكر .

(١) يتسبب الدياستاز الى هذا الفريق وهو يؤثر فى النشا ويحوّله فى النهاية
الى مالتوز (Maltose) وإلى جزء صغير من مادة صمغية الشكل تسمى
”دكسترين“ (Dextrin) وذلك بعملية تحليل تدريجية مستمرة وتحدث صور
أخرى من الدكسترين فى غضون العملية ولكن سرعان ما تنقسم الى مالتوز :
وبعضها يعطى اونا أسمر ضاربا الى الحمرة اذا عومل باليود .

ويرى فى النباتات نوعان من الدياستاز مختلفان اختلافا قليلا جدا . فالنوع
الذى يعرف ”بدياستاز الأفرز“ (Diastase of Secretion) مهمته تحليل
النشا فى البزور النابتة وأخص ما يكون فى البزور النابتة من الشعير والغلغل
والنجيليات . وهذا النوع من الدياستاز الذى هو الانزيم الخاص الذى يوجد
فى المولت يأكل ما يكون فى مادة حبوب النشا من الانخفاضات الشبيهة بالقر
قبل أن يذيبها .

ويفرز هذا الانزيم فى بزور الفصيلة النجيلية (Gramineae) بواسطة
الخلايا الأسطوانية المستطيلة المكوّنة للطبقة السطحية أى بشرة ذلك الحانب
من قصعة الجنين التى تتصل بالاندوسبرم . ثم ينتشر الدياستاز بعد تكونه
بواسطة البشرة فى الاندوسبرم ويغير النشا الى مالتوز وهذا تتمتع به القصعة
ويتقل الى النقط النامية من الجنين المكتشف .

الفصل الثامن عشر

الأنزيمات وهضم المواد المختزنة

ان المواد المختزنة فى البزور والدرنات والجذور وغيرها من أعضاء النباتات
هى فى الغالب مواد جامدة غير قابلة للذوبان وتلك مثل النشا والحبوب
الألورونية التى لا يمكن ازلتها من الخلايا المغلفة التى تحتويها أو مركبات
مثل الزيوت والدهون التى لا توافق الانتشار السريع بواسطة الانتشار الغشائى
وان كانت سائلة .

ولا بد قبل امكان نقل هذه المواد المختزنة من الانسجة ، التى هى مودعة
فيها ، الى مراكز النمو التى يحتاج اليها فيها ، من هضمها أو تغيير صورتها
الى مادة قابلة للذوبان سهلة التوزع تستطيع التنقل فى المجرى العادية المهياة
لنقل الأغذية . ويظهر فى بعض الأحيان أن التغير اللازم فى صورة المادة
ناشئ من تأثير الهرمون بلازم الحى تأثيرا مباشرا ، ولكن يحدث هذا التغير
فى كثير من الأحوال بواسطة الفاعلية (Activity) الكيماوية لمواد تسمى
”انزيمات“ (Enzymes) أو نحائز يفرزها السيتوبلازم .

ويعرف من هذه الأنزيمات عدد عظيم وكلها يتسبب الى فريق البروتيدات
من المركبات العضوية . ويستطيع مقدار قليل جدا من كل منها أن يغير صورة
مقدار غير محدود من المادة التى تؤثر فى فيها دون أن يصبها التغير أو النقص
أثناء العملية . والأنزيمات لا تستطيع العمل على درجة من الحرارة منخفضة
ويهلك أغلبها اذا سخنت محاليلها الى حوالى درجة ٧٠° مئوية . فأما الدرجة

وتسمى الأنواع الأخرى من الدياستاز "بدياستاز الانتقال" (Diastase of Translocation) وهي أشيع انتشارا من دياستاز الافراز اذ توجد في الأوراق والفراخ وغيرها من الأجزاء الخضرية من النبات وأكثر ما يكون الدياستاز في الأوراق أثناء الليل أو اذا حفظ النبات في ظلام وبواسطته يتغير النشا المتكثف في كلورو بلاستات الأوراق الخضراء أثناء النهار الى سكر بالليل .

ويوجد هذا النوع من الدياستاز في كل أجزاء درنات البطاطس النابتة ولكنه يكثر بالقرب من عيونها (Eyes) حيث يتبدى النمو وهو يحول نشا الدرنة الى سكر ثم ينقل هذا المركب الى الفراخ التالية وتفزر أيضا مقادير قليلة من هذا الدياستاز بواسطة الطبقة الأورونية (Aleuron-layer) في اندوسبرم حبوب الغلال عند الانبات . والدياستاز الثقلي يؤثر على درجة حرارة متخفضة أكثر من تأثير دياستاز الافراز ويذيب حبوب النشا دون سبق أكلها .

(ب) أثناء انبات حبوب الغلال يرى أن الجدر الخلوية من النسيج الأندوسبرمي ، الواقعة بالقرب من الجنين وبالقرب من الطبقة الأورونية ، مفككة ومذوبة بواسطة فاعلية أنزيم يتبدى عمله قبل أن يتبدى الأنزيم الدياستازي في اذابة النشا الموجود في الحبة .

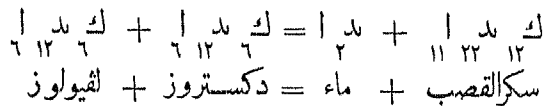
ويفرز بعض هذا الأنزيم المسمى "سايتاز" (Cytaze) بواسطة بشرة القصعة ولكن أخص ما يفرز منه يكون بواسطة خلايا الطبقة الأورونية ويوجد أيضا في فلقات البازلاء النابتة وفي اندوسبرم نوع من أنواع الفصيلة البوليجونية (Polygoneum) . ويظهر أن وظيفته في هذه الأحوال التخلص من الجدر الخلوية حتى يسمح بجعل الانتشار أسهل فيكون تأثير الدياستاز أسرع في مختزن النشا .

ويوجد الساييتاز أيضا في بزور البلح ويوجد غالبا في البزور النابتة من كل تلك النباتات التي يشتمل مختزن غذاء جنينها على جدر خلوية متخنة مركبة من السميسلولوز (Hemicellulose) .

(٢) ويتغير الأنولين من المواد المختزنة الموجودة في درنات الطرطوفة الى لفيولوز عند الانبات بواسطة تأثير أنزيم يسمى "أنيلولاز" (Inulase) وقد سبق ذكر وجود هذا الأنزيم في بصلات بعض النباتات الزنبقية التي تشتمل على أنولين (Inulin) .

٣ — ومن المواد المختزنة الشائعة جد الشيوخ في عالم النبات مادة سكر القصب . وتشير التجارب الى أن هذه المادة لا تفيد وهي على هذه الصورة في تغذية البروتوبلازم تغذية مباشرة إلا قليلا وقد لا تفيد مطلقا على أنها تتغير بواسطة الأنزيم أنثرتاز أي الأثرتين الى مخلوط من الدكتروز واللفيولوز اللذين لهما قيمة غذائية مباشرة .

وفي النباتات الجذرية مثل بنجر السكر والجذر يرسل مقدار عظيم من المادة العضوية التي تصنع في الأوراق أثناء السنة الأولى من النمو الى الجذر ويخزن على صورة سكر القصب وهذه المادة المتخزنة ينتفع بها أثناء السنة التالية لتوليد سوق جديدة وأزهار وبزور ولكن قبل انتقالها من الجذور الى مراكر النمو المتجدد يحلل الأنزيم أنثرتاز سكر القصب الى دكتروز ولفيولوز تبعا لمعادلة الآتية :



هذه الصورة من التحلل في مركب تحللا يشمل تثبيت عناصر الماء يسمى "اكتساب الماء" (Hydrolysis) أو "تحللا مكسبا للماء" (Hydrolie) وهو من خواص فعل الأنزيمات كلها .

وقد وجد الأثر تاز فى أوراق النباتات الصغيرة وفى جذورها وفى حبوب اللقاح النابتة وفى غيرها من أجزاء النباتات حيث يوجد سكر القصب .

٤ - بعض المواد التى تعرف بالجلوكوسيدات تحدث عادة فى الأنسجة النباتية ولكن لا تزال حقيقة وظيفتها وقيمتها الغذائية للنبات غير مدركة تمام الإدراك على أنها تكتسب ماء بتأثير الحوامض وبعض الأنزيمات فتصبح أنواعا نافعة من السكر وغيره من الأجسام ، تكون فى الغالب الدهيدات أو فينولات .

فأما السكر الذى ينتج فالغالب أن يكون دكستروز (جلوكوز) ومن هنا أطلق لفظ "جلوكوسيدات" (Glucosides) على مثل هذه المركبات .

وأحسن أمثلة هذه المركبات الأيمجدالين (Amygdalin) الموجود فى كثير من النباتات الوردية والسنيجرين (Sinigrin) الذى فى الخردل وغيره من النباتات الصليبية والسالسين (Salicin) فى الصفصاف . وبعض المركبات القابضة الذائقة الانتشار فى كل أجزاء النباتات وتعرف "بالدباغ" أو "التنين" (Tannin) هى من الجلوكوسيدات أيضا .

ويم تحلل الأيمجدالين بواسطة الأنزيم أميولسين (Emulsin) ويحدث الدهيد بنزى و حامض البروسيك وجلوكوز تبعا للعادلة الآتية :

ك_{٢٧} ز_{١١} + ٢ بد_٢ = ك_٧ بد_١ + دك_٢ ز + ٢ ك_٦ بد_{١٢}
أيمجدالين + ماء = الدهيد البنزى + حامض بروسيك + جلوكوز
ويتحلل الجلوكوسين سنيجرين بواسطة الأنزيم ميروسين (Myrosin) .

٥ - ويوجد مقدار عظيم من المواد المختزنة فى بزور الكتان والسليجى والخروع وغيرها من النباتات على صورة زيت أو دهن وأثناء انبات مثل هذه

البزور يحدث تأدرت فى الزيوت بواسطة فاعلية أنزيم يسمى "ليباز" (Lipase) ويظهر أن نتائج التحلل فى هذه الأحوال بعد درسها درسا دقيقا هى حوامض دهنية سائلة وجليسرين ولا يدرى الى أى حال ينتهى أمر هذه الحوامض . أما الجليسرين فيحتمل أنه يتغير الى أى شكل ما من أشكال السكر التى تنتقل فى أنسجة الجنين وهو ينمو حيث ينقلب بعضه حبوبا نشوية تذخر مدة قليلة .

٦ - ويوجد فى النباتات فريق آخر من الأنزيمات به يتأدرت مختلف أنواع البروتيدات غير القابلة للذوبان أو للانتشار الى بروتيدات أبسط منها تركيبا قابلة للانتشار تسمى "بتونات" (Peptones) ويصحب هذه البروتيدات البسيطة مقدار ما من الأميدات (Amides) . وقد دل ما وصل اليه بحمها أنها تشابه الأنزيمات التى تفرزها غدة البانكرياس فى الحيوانات العليا وتسمى "ترايبسينات نباتية" (Trypsin) .

وليس التغيرات الكيماوية التى تحدث للبروتيدات فى انتقالها من مكان الى مكان فى باطن أنسجة النباتات واحدة فى كل الأحوال بل انما البروتيدات المختزنة تصير فى كثير من البزور قابلة لانتفاع الجنين بها بواسطة فعل نحاتر تريبتيك (Tryptic) فإذا ابتداء الانبات تحللت البروتيدات (غير القابلة للذوبان البطيئة الانتشار) فى الفلقات وفى الأندوسبهرم الى ببتونات قابلة للذوبان والى واحد أو أكثر من الأميدات كالأسباراجين والليوسين أو التايروسين وهى التى تنتقل بسهولة الى مختلف أجزاء الجنين النامى الذى يحتاج الى غذاء أزوتى . وترى الترايبسينات أيضا فى الأوراق والسوق والأثمار المتكشفة فى كثير من النباتات حيث تسهل سرعة انتقال البروتيدات فى هذه الأعضاء .

وتتوقف القوة التى للنباتات الطفيلية والسيبروفيتية ، لامتنصاص النشا والبروتينات ومواد عضوية أخرى من نباتات غيرها واستخدام ذلك كغذاء لها ، على قدرتها على افراز أنزيمات داياسنازية وغير داياسنازية .

ومن أنواع الفطر الطفيلي ما يخرج أنسجة النباتات التى يغشاها بافراز أنزيم قادر على اذابة الجدر الخلوية الحائلة دونه .

والظاهر أن انتاج الكؤولات من السكر بواسطة خميرة أليسته (Yeast) يحدث بواسطة أنزيم يسمى "زايماز" (Zymaze) موجود فى خلايا نبات أليسته . وبعض التغيرات الكيميائية التى تحدثها البكتيريات هى نتائج فعل الانزيمات التى تفرزها هذه الكائنات العضوية .

تج ١٢٧ : استنبت بعض بزور من الشعير على ورقة نشاف رطبة فاذا بدرت الريشة فذق طعم الأندوسبرم وقارن حالوته بحلولة بزره متقوعة غير مستنبتة .

وقارن طعم المولت بطعم حبوب الشعير العادى

تج ١٢٨ : هي عجيبة رقيقة القوام من النشا ومحلولها من دياسناز مولى كما هو مبين (فى تج ٨٠) .

املاً أنبوبتين من عجينة النشا المذكورة وصب فى احدهما مقدارا من محلول الدياسناز وفى الثانية بعضا من المحلول بذاته بعد غليه ثلاث دقائق وتبريده وابحث باليود عن وجود النشا فى كلتا الأنبوبتين كل خمس دقائق كإنص فى (تج ٨٠) .

كيف كان تأثير غلى محلول الدياسناز ؟

الفصل التاسع عشر

التنفس

التنفس العادى فى حضرة أوكسيجين الجوى المطلق — التنفس الهوائى من العمليات الفسيولوجية المعروفة التى تقوم بها الحيوانات عملية التنفس الذى يحدث فى أشائه تبادل دائم فى الغازات بين جسم الحيوان والهواء المحيط به .

فيشتمق الأوكسيجين فى الرئة ويفرز ثانى أوكسيد الكربون فى الجوى وما دامت الحياة موجودة فالتنفس مستمر ومن ثم كان من علامات الموت المحقق انقطاع هذه العملية .

على أن التنفس غير مقصور على الحيوانات بل هو أمر تقوم به كل النباتات العادية وهو ضرورى لبقائها كما هو ضرورى للحيوانات .

ومقدار التنفس وسرعته فى الحيوانات فى العادة أكثر بكثير منه فى النباتات ولكن العملية فى جوهرها واحدة فى هذين الفرقين من الكائنات العضوية ولا يخفى أن الحيوانات تموت اذا انقطع عنها مدد من الهواء النقي وكذلك الأمر فى النباتات فانها فى مثل هذه الظروف تلوح عليها علامات ضعف الصحة . وفى مزارع الحقول والبساتين العادية يحصل ما فوق الأرض من أجزاء النبات على ما يكفيه من الأوكسيجين لسد حاجاته جميعا ، ولكن يغلب فى الجذور أن يصيبها شديد الأذى من حاجتها الى مدد كاف من الهواء النقي فى التربة ولذا كان مظهر عدم الصحة فى النباتات المغرقة بالماء ، فى أص أو فى مغل مزروع فى أرض سيئة الصرف ، راجعا على الأخص الى عدم كفاية

مدد الأوكسيجين لجذورها . والبزور التى تدفن فى الأرض على مسافة بعيدة لا تحصل على هواء نقي كاف لصحة التنفس فاما أن لا تنبت وإما أن تنبت على حالة لا يرتاح لها .

وكل خلية حية فى جسم النبات تنفس ، وذلك أن الأوكسيجين اللازم لهذه العملية يمدّها به الهواء الذى يدخل من ثغور الأوراق ومن العديسات ويتغلل جسم النبات فى الخلال الخلوية .

وحواصل التنفس فى الظروف الطبيعية فى كل النباتات الراقية هى ثانى أوكسيد الكربون والماء . وبما أن كل كربون ثانى أوكسيد الكربون مشتق من المركبات الكائنة فى جسم النبات فظاهر أن عملية التنفس هى عملية اتلافية لا بد أن تؤدى الى نقص فى المادة الصلبة من النبات . وبوادر الغلال وكثير غيرها من أنواع النباتات تفقد ما يقرب من نصف مادتها الصلبة اذا هى تركت فى الظلام أسبوعين أو ثلاثة .

وعلى هذه الاعتبارات كان التنفس فى جوهره تقيض "عملية التمثيل" التى يحدث فيها تثبيت للكربون وزيادة فى مقدار المادة الصلبة فى النبات . وفضلا عن ذلك فإن التنفس يجرى فى كل الخلايا الحية سواء كانت فى ظلام أو فى نور أما "تثبيت الكربون" فأنما تقوم به الخلايا التى تشتمل على كلورو بلاستات اذا كانت متعرضة للضوء ويستهلك الأوكسيجين أثناء هذه العملية وينطلق ثانى أوكسيد الكربون فى الهواء ولكن عملية تثبيت الكربون تستهلك فى النباتات الخضراء المعرضة للضوء من ثانى أوكسيد الكربون قدر ما تنتجها عملية التنفس فى الوقت نفسه عشرين أو ثلاثين مرة ولذلك يحدث أثناء سير العمليتين نقص فى ثانى أوكسيد الكربون وزيادة فى أوكسيجين الجوف ولا تظهر عملية التنفس واضحة إلا فى الليل أو فى الظلام . على أن التنفس

سريع التبين فى كل وقت فيما كان غير أخضر من أجزاء النبات كالجذور والأزهار والبزور النابتة .

والمركبات الكربونية التى تختفى أثناء سير هذه العملية هى الكربوايدارات كالنشأ وأنواع السكر والدهون . وأكسدة هذه المواد لا تحدث على درجة الحرارة العادية خارج النبات . والطريقة التى تستخدم هى بها داخل أنسجة النبات أثناء عملية التنفس لا تزال غير معروفة . والأكسدة تتوقف على البروتوبلازم وعليه ضبطها . إذ أنها تبطل اذا انقطعت الحياة . ومقدار التغيرات الكيماوية التى تجرى وكذا طبيعتها لا تتغير سواء بنقص مقدار الأوكسيجين فى الجوف المحيط نقصا شديدا أو بزيادته زيادة عظيمة .

وامتصاص الأوكسيجين وما يعقبه من اطلاق غاز ثانى أوكسيد الكربون هو المبدأ والنهاية لسلسلة طويلة من تغيرات كيماوية لا تزال أطوارها الوسطى غير معروفة . واختفاء النشا وأنواع السكر والدهون وغيرها من المركبات العضوية أثناء التنفس ليس مسببا عن أكسدة بسيطة مباشرة ، فربما كان الأوكسيجين الممتص يؤكسد البروتوبلازم نفسه مباشرة فيستعمل المركبات الكربونية لتعويض ما فقد .

ونتوقف نسبة الأوكسيجين الممتص الى غاز ثانى أوكسيد الكربون الخارج على قوة النمو وعلى المواد المستهلكة أثناء التنفس . وقد وجد فى بعض النباتات أن هذه النسبة : حجم من ثانى أوكسيد الكربون الناتج من حجم الأوكسيجين المستهلك : كانت من القلة بحيث لم تبلغ إلا ٠.٣ فى حين أنها بلغت فى غيرها من العلو ١.٢

وحجم الأوكسيجين المأخوذ من الهواء أثناء تنفس طبعى نشط فى البزور النابتة والدرنات والبصلات المشتملة على نشأ وسكر وفى غالب النباتات الزهرية

يساوى حجم ثانى أو أكسيد الكربون المخرج ولكن حجم الأوكسيجين المستهلك فى عملية النفس التى تجرى أثناء انبات البزور التى تشتمل على دهون وزيوت أكبر من حجم ثانى أو أكسيد الكربون المخرج اذ يظهر أن بعض الأوكسيجين الذى تمصه هذه البزور يستعمل فى أكسدة الدهن الى نوع ما من المواد الكربوايدراتية .

ولا يستطيع النبات أن يحتفظ بقواه الحيوية إلا بواسطة القوة التى تتولد من أكسدة المركبات فى عملية النفس . والقوة الحيوية فى الحيوانات تنشأ شبيهة بتلك . فاذا امتنعت الأكسدة الفيسيولوجية امتنع النمو ووقفت حركة تيار البروتوبلازم فى الخلايا وعلقت حركات الأوراق والجذور وغيرها من آلات النبات .

وتتولد الحرارة فى كل الاحوال أثناء النفس ويمكن ملاحظتها بسهولة فى ذوات الدم الساخن من الحيوانات . والأكسدة فى النباتات أقل تنشطا فى العادة بكثير منها فى الحيوانات . والحرارة المتولدة من القلة بحيث لا يمكن تبيين فرق فى درجة الحرارة بين النباتات الخضراء وبين درجة حرارة الهواء المحيط بها وفضلا عن ذلك فان تأثير النفس المرطب فى النباتات الخضراء العادية المعرضة للهواء ينجى أى ارتفاع قليل فى درجة الحرارة المسببة عن النفس . على أنه اذا كثرت بزور أخذت فى الانبات حثيثا أو كثرت ازهار أو براعم مسرعة فى التفتح فقد يلاحظ ارتفاع درجتين أو ثلاث عن درجة حرارة الجو بواسطة وضع فقاعة مقياس الحرارة فى خلالها .

ويتوقف مقدار النفس على ظروف خارجية وداخلية بل أن نشاط العملية فى مختلف أجزاء نبات واحد ليس سواء ففى كل الأجزاء الصغيرة الوافرة البروتوبلازم النامية نموا نشطا مثل البزور النابتة والبراعم والازهار المتفتحة

تجرى عملية النفس عنيفة ويلاحظ مثل ذلك فى الأجزاء المقطوعة من النباتات . وفى البصلات الساكنة وكذلك الدرنات والبراعم الساكنة لا يلاحظ من النفس إلا قليل وقد لا يلاحظ شئ بته . وفى البزور الجافة يبدو النفس كأنما هو واقف وقد أمكن حفظ كثير منها اثنى عشر شهرا فى فراغ وفى أزوت وغيره من الغازات فى ظروف تجعل النفس مستحيلا ولكن بعد تلك المعالجة أنبتت بسهولة .

وقد يرى النفس على درجة التجمد المائى أو على درجة أو اثنتين تحتها حيث يقف النمو فاذا ارتفعت الدرجة زاد النفس مطردا الى الدرجة التى يحدث فيها الموت وتقف العملية فجأة .

ويظهر أن ليس للضوء تأثير مباشر فى النفس . اذ أنه يستمر فى الظلام كما فى النور .

هذا وقد وجد بالتجربة أن عملية النفس تحدث حدوثا طبيعيا حتى ولو كانت نسبة الأوكسيجين الموجود فى الجو قد نقصت الى ما دون نصف نسبته فى الهواء .

تج ١٢٩ : اتفق حقة أو اثنتين من بزور البازلاء أو الشعير فى الماء . مدة اثنى عشرة ساعة ثم انشأها من الماء ودعها تنبت على ورقة نشاف مبللة مدة اثنى عشرة ساعة أخرى . ثم وضعها فى قنية واسعة الرقة وسدها بقل . وضعها فى غرفة مظلمة دافئة . ثم احضر زجاجة مثنها ولا تضع فيها شيئا وسدها ثم اتركها الى جانبها واطرقها اثنى عشرة ساعة ثم اختبر بعد ذلك عن وجود ثانى أكسيد الكربون بواسطة ادخال عود ثقاب ملتهب أو غير ذلك فى كل من الزجاجتين . فاذا كان هناك غاز ثانى أكسيد الكربون انطفأ عود الثقاب . وهى تجربة أخرى مشابهة لذلك واختبر عن وجود ثانى أكسيد الكربون بواسطة ماء الجير ثم صب ماء الجير هذا وهن الزجاجتين . فاذا كان هناك غاز ثانى أكسيد الكربون انقلب ماء الجير ليلينا .

تج ١٣٠ : املا بعض زجاجة واسعة الفم برؤوس من الجعضيض (Sonchus) والمتانون (Montanon) تكون صغيرة السن وتفتحت نصف تفتح . سد الزجاجة و اتركها اثنتى عشرة ساعة و بعدها ابحت عن وجود غاز ثانى أوكسيد الكربون كما سبق .

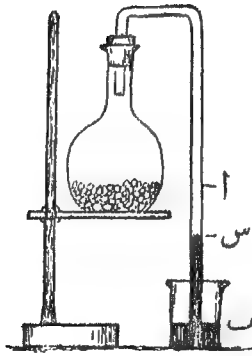
تج ١٣١ : أعد العملية السابقة واستعمل فراخا موزقة خضراء و براعم مفتوحة وبصلات ودرنات وغيرها من أجزاء النباتات .

تج ١٣٢ : انقع بعض بزور من البازلاء مدة اثنتى عشرة ساعة و بعد نسلها من الماء اتركها تنبت على ورقة نشاف مبللة بضع ساعات ثم ضعها فى دورق مهيأ على محمل من محامل الأنايق وفى الفم سدادة كاوتشوك محكمة وأنبوبة زجاجية منعطفة . أدق الدورق بيديك واغمس الطرف المفتوح من الأنبوبة فى كوبه ملئت من الزيت ثم اترك الجهاز مدة عشر دقائق أو عشرين والصق قطعة من الورق المصنع على الأنبوبة (أ) عند نقطة سد التي يرتفع اليها الزيت فى الأنبوبة واحفظ الجهاز بجمعته فى غرفة حرارتها واحدة مدة عشر ساعات أو اثنتى عشر ولاحظ ارتفاع الزيت بعد انتهاء هذا الوقت . فاذا كان حجم الأوكسيجين المتص مساويا لحجم ثانى أوكسيد الكربون المصعد بقى الزيت عند نفس النقطة التي كان عندها فى الأنبوبة .

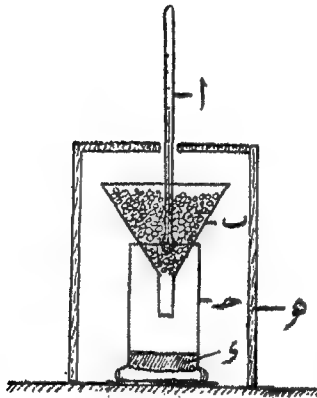
أعد التجربة ببزور زيتية مثل بزور الكتان واللفت . مع هذه البزور يرتفع الزيت فى الأنبوبة أذ إن حجم الأوكسيجين الذى تمتصه هذه البزور أكبر من حجم ثانى أوكسيد الكربون المصعد .

تج ١٣٣ : أبى أن الحرارة تولد أثناء تنفس البزور النابتة . انقع بعض بزور من البازلاء أو الشعير فى الماء مدة بضع ساعات ثم اتركها تبدأ فى الانبات على ورقة نشاف مبللة . ضع هذه البزور فى قع زجاجى كبير (ب) محمولة فى كوبه أو أنبوبة زجاجية (ج) تشمل على مقدار قليل من محلول قوى من البوتاسا (د) كما فى شكل (٨٠) واغمس فى البزور فقاعة مقياس الحرارة (أ) على درجة نصف ستيجراد . وغط الجميع غطاء غير محكم بلوحة من الورق المقوى (هـ) تاركاً فيها ثقباً لقياس المذكور وللقارنة هي . جهازاً مماثلاً لذلك الى جانب الأول وضم فى القمع كرات من النشاف المتقوع فى الماء بدلا من البزور وقارن ما يصل اليه الزيت فى الترمومترين فى كل منهما على ثلاثة أيام متوالية .

التنفس الأناروبى (Anaerobic) أو التنفس البينى الجزيئى (Intramolecular) — اذا وضعت النباتات الحية أو أجزاء منها فى جو خال من الأوكسيجين السائب استمرت على اعطاء غاز ثانى أوكسيد الكربون مدة



(شكل ٧٩)



(شكل ٨٠)

ما قبل حدوث الموت . وتولد هذا الغاز أو اصعاده بواسطة الكائنات الحية في غياب الأوكسيجين السائب يسمى "تنفس أناروبى" أو "تنفس ببنى جزئى" وتتوقف المدة التى تعيش فيها النباتات فى مثل هذه الظروف على نوع النبات ودرجة الشدة فى نموه . وبوادر الذرة المتشطة فى نموها تعيش وتستمر على إعطاء ثانى أوكسيد الكربون فى غياب الأوكسيجين مدة اثنتى عشرة ساعة أو أربع عشرة على درجات الحرارة العادية : أما الفواكه الناضجة مثل الكمثرى والتفاح فانها تعيش عدة شهور فى مثل هذه الظروف .

وفى غالب الأحوال يكون مقدار ثانى أوكسيد الكربون المتولد على هذه الصورة أقل بكثير من ثانى أوكسيد الكربون الذى يخرج منه نفس النبات اذا هو تعرّض للهواء . على أن بوادر الفول وغيرها من النباتات تخرج نفس مقدار ثانى أوكسيد الكربون أو أكثر منه اذا هى وضعت فى جو خال من الأوكسيجين كما تفعل وهى نامية نموا طبيعيا فى تربة مكشوفة للهواء .

وأثناء عملية التنفس البنى الجزئى تختفى المواد الكربوايدراتية والدهون من أنسجة النباتات كما يحدث فى عملية التنفس العادى وفرة من الأوكسيجين ولكن تولد ثانى أوكسيد الكربون يصحبه تكون كؤل وغيره من المركبات وقد بلغ مقدار الكؤل الناتج أثناء التنفس الأناروبى فى الشايك الناضج فى احدى تجارب العالم بريفلد (Brefeld) أكثر من ٢ فى المائة وفى بوادر البازلاء أكثر من ٥ فى المائة من وزنها وهى صابحة .

وفى حين أن النباتات الراقية غير قادرة على الاحتفاظ بحيويتها فى غياب الأوكسيجين السائب أكثر من مدة قصيرة نجد أن كثيرا من صور النباتات الدنيئة مثل نبات اليهسته والبكتيريا مستقلة غير متوقفة الحياة على الأوكسيجين السائب بل تستمر على البقاء والتكاثر بدونه .

الفصل العشرون

النمو

١ - النمو - قد رأينا فى فصل سابق أنه يوجد عند قمة الساق أو الجذر من النبات الأخضر العادى منطقة تكوينية (Formative Region) يجرى فيها انقسام دائم فى الخلايا المرافقة وصنع لخلايا جديدة. يوجد وراء هذه المنطقة مباشرة جزء طويل أو قصير يسمى "المنطقة النامية" (Growing Region) هنا نرى الخلايا متفخمة وقد ازدادت فى حجمها بسبب الضغط الذى فى باطنها وتغيرت صورة كثير منها فى الوقت نفسه. على أن هذه التغيرات الحادثة فى الحجم والصورة تبعاً لزيادة الانتفاخ لا يقتضى أن تكون ما يسمى "نمواً" وإن كانت ملازمة للنمو فى كل حال. ولا تتمدد الخلايا النامية بواسطة الضغط الانتشارى فقط. فى الفجوات بل انما يصحبها تغير دائم فى الحجم أيضاً، وفى الصورة والبناء تبعاً لرسوب المواد فى جذورها الخلوية وغيرها من الأجزاء الأخرى.

وعند سحب الماء من هذه الخلايا لا تعود الحالة الأصلية التى وجدت عليها عند بدء تكوينها فى المنطقة التكوينية بمثل هذا العمل. وفضلاً عن ذلك فيما أن تتمدد خلية ما لا يستمر بغير ازدياد حالة الانتفاخ، وبما أن هذا يتضمن إضافة ماء إلى بخوة الخلية، فإنه لا بد من حدوث ازدياد فى وزن الخلية العام وهى آخذة فى النمو. على أنه، نظراً لما يحدث من الفقد فى المادة بالتنفس قد يحدث نقص فى الوزن الخلف إذا لم يعوّض هذا الفقد بعمليات غذائية أنابولية.

وما يقال عن خلية مفردة تامة يقال أيضاً عن منطقة النمو كلها فى فرع أو جذر، إذ أن هذا متكوّن من عدّة خلايا متشعبة.

هذا وإذا صعب أن نعرف حقيقة معنى أو مدلول لفظ "النمو" فى جملة واحدة فإنه يمكن أن يؤخذ فى الجملة على أنه يدل على تغير دائم فى صورة كائنٍ حتى ما أو بعض أعضائه، وعلى أن المنطقة النامية فيه تزداد فى وزنها.

ومناطق النمو الحقيقية فى الفراخ المتولدة فى الظلام من درنة بطاطس لا تقتصر على تغير صورتها، بل تزداد فى وزنها باستنفاد الماء والمواد المختزنة؛ على أنه يرى أن وزن الدرنة (التي لا تنمو) وفراخها النامية ينقص بسبب فقد الماء منها فى عملية التنح، وبواسطة فقد ثانى أو أكسيد الكربون فى عملية التنفس.

وأثناء العهود الأولى من حياة نبات ما أى عند خروجه من البزرة، يحدث النمو فى كل جزء من أجزاء جسمه. على أنه بعد مدة ما ينحصر النمو فى أجزاء موضعية خاصة أى فى نقط النمو، وفى نسيج الكامبيوم الأسطوانى الذى يسبب فى سوق ذوات الفلقتين من النبات نمواً ثانوياً فى السمك.

ونقط النمو فى السوق والجذور هى فى العادة طرفية كائنة بالقرب من طرف هذين العضوين. وعليه فأصغر الأجزاء سناً أقربها من الطرف وأكبرها أبعدا من قمة الفرع أو الجذر. وازدياد طول السوق فى النجيليات مسبب عن تنشيط نقط النمو الكائنة عند قواعد السلاميات، وفضلاً عن ذلك فإن الازدياد فى طول الأوراق الطويلة من نبات البصل وغيره وكثير من الشجاريخ الزهرية يحدث عند قاعدة هذه الأجزاء، وعليه تكون أطرافها أكبرها سناً، وتسمى نقط النمو التى من هذا القبيل "بينية" (Intercalary). وإذا أخذت خلية أو عضو من نبات فى النمو كانت سرعة نموه فى أولها بطيئة وبعد ذلك

تزداد على عجل شيئا فشيئا حتى تبلغ نهاية عظمى ينقص النمو بعدها على التدريج حتى يقف بتاتا عند ما يبلغ الجزء أشدّه . والوقت الذى يستنفده هذا الارتفاع والانخفاض يسمى "مدة النمو العظمى" (Grand Period) . ولا يحفظ أيضا أن شدة النمو أو قوته فى ساق ما أو غيرها من الأعضاء تختلف أثناء مدة النمو العظمى المذكورة اختلافا كبيرا ، فإن الجزء النامى فى أحد عهود تكشف الساق التامة إما أن ينمو أسرع مما ينمو فى عهد آخر أو يستمر فى نموه مدة أطول . مثال ذلك : أثناء عهد الطفولة من تكشف السوق تكون قوة النمو ضعيفة ، ولا تتولد إلا سلاميات قصيرة ، فأما بعد ذلك فإن القوة تزداد وتظهر سلاميات أكبر من تلك ، وبعد ذلك ينقص طول السلاميات على التدريج تبعا لحدوث نقص تدريجى فى قوة النمو .

تج ١٣٤ : اقطع فروعا من الأشجار العادية والشجيرات فى الخريف قبل اقبال الورق وقس المسافة الكائنة بين شتى السلاميات على ذلك الجزء الذى نما فى ذلك الفصل من كل فرع منها . لاحظ ارتفاع السلاميات وانخفاضها فى الطول . ولاحظ أيضا الحجم النسبى للأوراق عند كل كعب واعمل مقاسات مثيلة لذلك على سوق النباتات العشبية الحولية .

تج ١٣٥ : أعد التبرتين ١٥ و ٢٠ وعلم بالحبر الصبى علامات مسافاتهما - ١٤ من البوصة على الورقتين الثانية والثالثة من بادرة نبات البصل بعد ظهورها مباشرة ثم قس هذه المسافات بعد إذ تكون الورقتان قد استطلتا استطلالة كبيرة وفارن نموها بنمو جذر نبات فول . وانظر هل المنطقة الزائدة النمو كائنة بالقرب من طرف الورقة .

تج ١٣٦ : انخب ساق نبات قمح أو شعير تكون فيه السنبل قد لاحت خروجا . واقطع بوصة تقريبا تحت الكعب الأول الظاهر وكذا تحت الكعب الثانى من القمة حتى تحصل على سلامية واحدة من الساق وأزل نصل الورقة وجزءا صغيرا من غمدها ثم قس طول الساق والجزء الصغير الذى تحت العقدة قياسا دقيقا . واعمل خمس علامات أو سنا بالحبر الصبى بين الواحدة والأخرى بوصة عند الطرف الأعلى من الساق . ثم ضع الطرف الأدنى من الساق فى الماء وغط الجميع إذا استطلعت بقبة زجاجية واركبها فى غرفة دافئة أبد أربع وعشرين ساعة أوضع الساق فى اسطوانة

زجاجية فى قاعها قليل من الماء أبد مثل هذه المدة . ثم قس الطول الكلى مرة ثانية . واذكر مقدار ما استطلته الساق ، وهل كان النمو بالقرب من طرفها الأعلى المعلم بالقرب من القاعدة ، وهل الجزء الصغير الواقع تحت الكعب قد نما ؟

تج ١٣٧ : قس طول السلاميات على بعض فراخ من أى أشجار أو شجيرات أو نباتات عشبية مستوفاة النمو فى أوائل الصيف أيام تأخذ فى النمو وفى فترات تتراوح بين يومين وثلاثة لمدة مابعد ذلك . وعين الوقت الذى تستمر فيه السلامة فى الاستطالة .

٨ — الظروف التى تؤثر فى النمو — لا تنمو إلا النباتات الحية . ولا بد لحدوث ذلك من أن تكون خلايا الأجزاء النامية فى عهد الشباب وهناك ظروف شتى خارجية ضرورية لسلامة النمو منها :

(١) درجة حرارة مناسبة .

(٢) مدد موافق من الماء .

(٣) غذاء أو مواد غذائية موافقة .

(٤) وجود غاز الأوكسجين .

(٥) الضوء . لهذا تأثير نافع وإن كان غير ضرورى ضرورة جوهريّة .

(١) الحرارة — لا يخفى أن النمو فى الشتاء عند ما تكون درجة حرارة الهواء والتربة منخفضة لا يحدث إلا بطيئا وقد يقف بتاتا . ولكن إذا ارتفعت درجة الحرارة فى الربيع نبتت البزور وأخذت البراعم فى الكشف فإذا جاءت حرارة الصيف ازداد النمو تنشطا . وإذا عرض نبات ما الى حرارة تتناقص درجاتها تدريجيا بلغ فى النهاية الى درجة يقف عنها النمو بتاتا .

وتسمى هذه الدرجة "بدرجة حرارة النمو الصغرى" . وليست هذه الدرجة واحدة لكل النباتات فإن بزور كثير من الحشائش الشائعة والخردل وحب الرشاد والحرجير تنبت وتترعرع منها نباتاتها بالقرب من درجة التجمد فى حين

أن بزور الغلال تقف عن النمو اذا هبطت درجة الحرارة الى ٥ ستيجراد فوق الصفر تقريبا ومن الجهة الأخرى فان بزور الذرة ونباتاتها تقف عن النمو على درجة ١٠ س ج تقريبا في حين أن درجة الحرارة الصغرى لنمو الخيار والبطيخ وغيرها من نباتات المنطقة الحارة تبلغ من الارتفاع درجة ١٩ أو عشرين مئيتية . و برفع درجة الحرارة من حدّها الأدنى يوصل الى نقطة يسير فيها النمو على أقصى سرعة تسمى "درجة الحرارة المثلى" (Optimum) و بزيادة درجة الحرارة بعد ذلك يصبح النمو أقل فأقل حتى يبلغ الى حد أعلى يقف عنده النمو نباتا فبرى أن النباتات قد تكون أحرّ أو أبرد مما يجب لنموها وبين هذين الطرفين خط أمثل أو درجة حرارة أنسب لها ، عندها تتقدّم النباتات تقدّما ليس وراءه مطلب .

والدرجة المثلى لأشبع أنواع نباتات الحقول والبساتين هي ٢٨ مئيتية تقريبا . أما الدرجة العليا ففقع عادة بين ٣٨ و ٤٣ مئيتية والدرجة المثلى للذرة والبقول والخيار هي ٣٣ أو ٣٤ مئيتية تقريبا والعليا ٤٦ تقريبا .

ويلاحظ أنه ان كانت النباتات العادية تقف عن النمو على درجات الحرارة السابق ذكرها فان موت البروتو بلازم لا يحدث عادة حتى تبلغ درجة الحرارة ٥٦ مئيتية أو تتخط الى درجة التجمد أو الى ماتحتها ببضع درجات وتتوقف قوة مقاومة الحرارة والبرودة في الأكثر على مقدار الماء الذى يشتمل عليه النبات . فالفراخ والبراعم التامة النضج التى تشتمل على قليل من الماء لا تتأذى بتأثير الصقيع في الشتاء أكثر مما تتأذى الفراخ العصرية غير البالغة التى تشتمل على كثير من الماء . والبوادر المتفتحة ، والبراعم التى تفتحت وشيكا ، والأوراق المنتشرة حديثا ، والنباتات المروية عند الغروب والجذور الشحمة وكل الأجزاء المشتملة على مقادير كبيرة من الماء ، تتأذى في العادة بتعرضها الى

صقيع قارس . والعادة في النبات أنه اذا عرض الى درجة حرارة بين ٢ و ٥ مئيتية يسمح السيوتو بلازم فيها لمقدار من الماء النقى الموجود في الفجوة بالرشح من الخلية الى الخلال الخلوية المحيطة بها حيث يتجمد على صورة بلورات ثلجية صغيرة الحجم . وقد يشابه الموت في هذه الحالة ما يحدث من الموت بالحفاف ، والنباتات وان كانت تتحمل أحيانا في عملية التجمد المائى ، فان هذا التكوّن الثلجى ليس في كل الأحوال مميتا إذ أنه في كثير من الأحوال اذا كان الجزء المتجمد يذوب ببطء ، فان الخلايا تعود فتمتص الماء وتعود الأنسجة سيرتها الأولى الطبيعية . فأما اذا ذوب الجزء المتجمد حثيثا فان الماء لا يعود الى الخلايا وعليه فلا بد من حدوث الموت .

ولا ينبغي تعريض النباتات المتجمدة المزروعة في أصص الى أشعة الشمس المباشرة . ويفيد في إعادة النشاط اليها أن ترش بماء بارد برودة الثلج فاذا استمر الصقيع مدة طويلة فان الماء المتجمد على ظاهر الخلايا قد يتبخّر على التدريج في الهواء الحاف البارد الذى يحيط بها . وفي هذه الأحوال يتكش الجزء المتجمد ويموت من العطش .

والبزور الساكنة تشتمل على قليل من الماء وهي قادرة على تحمل أقل درجة ممكن الوصول اليها من الحرارة دون أن يصيبها أذى ، وقد وجد العالمان "ديوار" (Dewar) و "دايار" (Dyer) أن بزور الخردل والقمح والشعير والباللاء وغيرها من النباتات قد أنبتت بسهولة بعد أن نعتت سمّت ساعات في أيذرو حين سائل كانت حرارته ٤٥٣ فرنهيت تحت الصفر أو ٢٧٠ مئيتية تقريبا تحت الصفر . وفي النباتات المنتشطة النمو يعطى البروتو بلازم وتلف قوته الحيوية على درجة حرارة بين ٤٥ و ٥٠ مئيتية .

وكثير من البزور الحافة تتحمل الحرارة الحافة على درجة ٨٠ مئيتية أو أكثر منها مئة ساعة أو أكثر؛ على أنها إذا نعتت ثم عرضت لحرارة درجتها بين ٥١ و ٥٢ ماتت فى مئة بين ١٠ دقائق و ٣٠ .

(٢) الماء — الماء ضرورى لبقاء حالة انتفاخ الخلايا النامية وهو ذاته أحد المواد الغذائية كما أنه ضرورى لحل الأغذية والمواد الغذائية التى تحتاج إليها لتغذية الأعضاء النامية .

وإذا تأذت النباتات فى أول عهدها من قلة الماء نقص حجمها نقصا كبيرا (وإن ظهر نموها من وجوه أخرى عادية) وذلك أن أفرادها تصبح قصيرة الطول .

وفى الأراضى الدائمة الجفاف والفصول الحافة ينقص حجم محصول البرسيم وحجم جنود اللفت وطول قصب الغلال وحجم شتى أعضاء النباتات نقصا نسبيا . أما فى الفصول الرطبة أو فى الأراضى التى تشتمل على مقدار كبير من الماء فإن نمو النباتات يزداد ازديادا كبيرا . ونمو النباتات النامية فى أصص وكذا ازديادها فى الحجم يكثر أو يقل بتغير مقدار الماء الذى يعطى لها أثناء حدوث النمو ؛ وقد يؤدى نقص الماء بجافة من النبات الى وقوف النمو عاجلا وقوفا يتبعه ذبول النبات كله .

(٣) الغذاء — الغذاء جوهرى لتكوين البروتوبلازم والجدر الخلوية من الأجزاء النامية .

(٤) الأوكسيجين — ضرورى لعملية التنفس وبدونه تقف الوظائف الحيوية جميعها .

(٥) الضوء — أعضاء النباتات التى تنمو فى الضوء الضعيف أشد منها فى الضوء الشديد أى أن الضوء يعوق النمو .

وإذا استبقيت النباتات فى الظلام مدة كبيرة فإنها تتنوع ويقال لها فى هذه الحالة محورة أى مبيضة (Etiolated) وسلاميات السوق ذوات الفلقتين فى النماذج المبيضة تكون مستطيلة استطالة شاذة وأضال من أمثالها المنماة فى ظروف النهار والليل العادية وترى خلاياها أكبر من المعتاد وتبقى جدرها الخلوية رقيقة فتصبح سوقها تبعا لذلك ضعيفة وغير قادرة على أن تقيم عودها وفضلا عن ذلك فإن النبات يشتمل فى هذه الحالة على ماء أكثر مما يناسب حجمها والعادة أن تكون العصارة الخلوية أشد حموضة منها فى النباتات النامية نموا عاديا .

وأوراق ذوات الفلقتين المبيضة لا تتكشف بل تبقى صغيرة أشبه بجراشيف على أن الخضير لا يتكشف فى البلاستيدات فإن النبات كله يبدو باهت اللون وبعض السوق كالسوسن والبصل وكذا السويق الجنية السفلى لكثير من النباتات مثل الفول ، مما ينمو عادة فى الظلام ، لا تبدو منه ظاهرة الابيضاض المذكورة . هذا ولا تصبح أوراق السوسن ولا غيره من النباتات الريزومية والبصلية من ذوات الفلقة الواحدة قصيرة إذا زرعت فى الظلام . وتكشف أزهار النباتات يستمر فى الظلام كما يكون فى الضوء .

تج ١٣٨ : أزرع مقدارين من بزور البازلاء والفول والخردل والشعير فى اصص ودعها تثبت . فإذا ظهرت البوادى على سطح التربة فضع أحد المقدارين فى مكان مضيء بشرط أن لا يتعرض لشعاع الشمس المباشر وضع المقدار الآخر بالقرب منها مغطى بصناديق تمنع دخول النور إليه .

(١) وقس من أن لأن أقطار السوق وطول سلاميات النباتات النامية فى الضوء وقارنها بملئها من النباتات النامية فى الظلام .

(٢) قس أطوال الأوراق وعرضها فى كل من المقدارين وقارن بينهما .

(٣) لاحظ ما هنالك من الاختلافات فى لون المقدارين وصلابة قوامهما .

تج ١٣٩ : اعمل ملاحظات مثيلة للسابقة على الفراخ النامية فى الضوء والظلام من درنات البطاطس والخرشوف وما يدر من جذور الداليا وأوراق البصل .

٣ - حركات النمو الطوعية - توتر النسيج (Tissue Tension).
النودان (Nutation).

يندر أن يستمر النمو مطردا في كل أجزاء الفرع والجذر أو غيرهما من أعضاء النبات . بل أن من أجزائه ما ينمو أكثر من غيره أو يستمر في النمو مدة أطول مما تستغرق الأجزاء المجاورة لها . وعليه فإن أعضاء النباتات (١) تبدى حركات خاصة طوعية بطيئة (٢) تصبح أنسجتها معرضة لأنواع الضغط والتوتر في اتجاهات شتى .

وفي السوق والجذور ينمو أحد الجانبين أسرع من الآخر فيترتب على ذلك أن يكون الجانب الذى أسرع في نموه أطول قليلا من الجانب الآخر وعليه يصبح الجزء النامي الذى يكون طرف الساق أو الجذر مثنيا أو منحنيا . وليست سرعة النمو وزيادته مقصورة على جانب واحد دون آخر بل إنما تتغيران من آن لآن ولذلك ينحني العضو النامي في جهات متعددة فيدور طرفه على مهل ملتفا على شكل لولبي في نموه الى أعلى أو الى أسفل . والحركات التى من هذا النوع تكون طوعية تلقائية وهى تنشأ من العضو النامي نفسه وتحدث سواء كان النبات في الضوء أو في الظلام كما هو حالها في مدة النمو العظمى .

ويطلق على هذه الحركات الانحنائية البطيئة لفظ "النودان" (Nutation).

وأطراف أكثر السوق والجذور تدور من اليمين الى اليسار في جهة تخالف جهة عقارب الساعة ولكن قمة ساق اللونسرا (Lonicera) وغيرها من النباتات تتحرك دائرة من اليسار الى اليمين أثناء نودانها .

بهذه الحركات تستطيع الجذور أن تتقدم في التربة تقدما أسهل عليها وتستطيع السوق المتسلقة والمحاليق التى يكون نودانها ظاهرا بينا بهذه الوسائل أيضا أن تصل الى ما يحاورها من الدعم فتلتف عليها .

وأطراف كثير من الفراخ الأرضية من كثير من ذوات الفلقتين تنحني بسبب فرط نمو جانب منها وبهذه الطريقة تحتوى الأنسجة الرقيقة التى تتكون منها البراعم الطرفية من الأذى اذا كان الفرع ناميا الى الأمام أو الى أعلى في خلال التربة . وبعد مثل هذا الانحناء يخرج الفرع من الأرض ويحدث في جانبه المتقعر نمو سريع ثم يصبح الجزء المنحني مستقيما توا .

وتكون الأوراق المكونة لبراعم النباتات في حداثتها ملتفة حول نقطة النمو الغضة أو معقوصة الى أعلى بطريقة خاصة تبعا لزيادة النمو في جانب واحد من كل ورقة دون الآخر . فاذا فتحت البراعم نما الجانب الذى كان نموه بطيئا ، بسرعة أكبر ففتحت الورقة التى كانت معقوصة وينتهى بها الحال الى التبسط ويستمر نخاع أغلب السوق وقشرتها على النمو مدة أكبر مما يستغرقها النسيج الخشبي . وذلك أنهما يحاولان الاستطالة فيعوقهما النسيج الخشبي الى أجل ما . فينتج من عدم التساوى في النمو توترات طويلة في الأجزاء النامية فاذا شقت في سوق الصفصاف وعباد الشمس أو غيرها من النباتات التى تنمو بسرعة شقا طويلا استطال النخاع قليلا وانحنى النصفان المفصولان للخارج .

ولا ينمو قلف كثير من الأشجار بسرعة كما ينمو الخشب الموجود في الداخل وعليه يتوتر القلف قليلا أو كثيرا .

ولا بد من ذكر أن حركات أعضاء النباتات والتوترات في أنسجتها تحدث من عدم التساوى في انتفاخ الخلايا المشيدة منها كما يحدث من نمو غير منتظم ، كلاهما في كثير من الأحوال له أثر في حركات النبات .

نجم ١٤٠ : (١) الحصى في يوم دافئ لم تنم فيه ريج بعض نباتات صغيرة من الكونوفيلوس وغيرها من النباتات الملتفة الدائمة حول أعمدة أو خطوط قائمة . وارسم خطا على الأرض من قاعدة العمود في الجهة التى يرى عليها طرف الساق في ذلك الوقت . والحصى النباتات كل نصف ساعة .

وعلم علامة في الجهة التي ينحني فيها الطرف في تلك الفترات وحاول أن تعرف الزمن الذي يأخذه الطرف لعمل دورة كاملة حول العمود معتبرا اياه مركزا .

(٢) اعمل ملاحظات مثل تلك عن نودان طرف الفول المدادة (Runner Bean) تكون قد زرعتها في أصص ووضعت لها أعوادا مغموسة في التربة . ويجب أن توضع النباتات خارج الغرفة بحيث لا تتعرض لضوء الشمس المباشر .

تج ١٤١ : ضع بعض زور من الفول الرومي وبقيرها الى أدنى في نشارة خشب مبللة واطرها تنبت فاذا أصبح طول جذورها بوصة فارفعها وتحير واحدة يكون جذورها أكثر استقامة من سواء وثبتة بدبوس يمر في أضيق أطوار الفلقتين في عصي رفيعة أو قطعة من الخشب رقيقة . وضع العصي أو القطعة في ثقب في لوحة من الفل أو الورق المقوى ثم ضع الورقة المقواة والفولة فوقها على فم قنبلة واسعة الفوهة مشتملة على مقدار قليل من الماء وهي هذا وذلك حتى يكون الجذر رأسيا داخل الزجاجاة . اترك الجميع في خزانة مظلمة أو غطه بصندوق يمنع النور والخص حال الجذر بعد ١٢ ساعة و ٢٤ و ٣٦ وأظهر هل يبقى رأسيا أم يميل ؟

هل يميل في مستوى الفلقتين أكثر من مثله على زاوية قائمة مع هذا المستوى .

تج ١٤٢ : اقطع قضبا طولها بوصتان من سوق تامة النمو من نبات عباد الشمس وغيره . قسها ثم شققها على استطالتها بحيث يشتمل بعضها على النخاع فقط والبعض الآخر على الأنسجة القشرية فقط . قس كل شقة وقارن بين أطوالها وبين الطول الأصلي للقطعة جميعها ولاحظ أيضا صورة القطع المتفرقة .

تج ١٤٣ : أزل في أبريل أو مايو وفي غيرهما من الوقت حلقة كاملة من القلف طولها بوصة من فروع عمرها ثلاث سنوات أو أربع من شجرة لينج وجيز ومشمش . ثم حاول أن تعيد القلف الى مكانه الأصلي . وأظهر هل يقع في المكان بالدقة ؟

٤ — حركات النمو السببية (Induced movements of growth) —

يوجد فضلا عن الحركات الحيوية التي سبق شرحها ، تلك التي تنشأ عن أسباب داخلية موروثية تعمل داخل أعضاء النبات ذاتها ، حركات أخرى تلاحظ في كثير من أعضاء النباتات ، يحدتها مشير أي منبه خارجي . فان پروتوبلازم النباتات الحية قابل للتهيج بل هو حساس كبروتوبلازم الحيوانات سوى أن

ذلك انما يكون بطريقة مخالفة لذلك نوعا . وهو قادر على الرد على فعل المؤثرات الخارجية المختلفة وأهم الأسباب الباعثة التي تحدث حركات في مختلف أعضاء النباتات هي : (١) ملامسة جسم غريب ، (٢) التغيرات في درجة الحرارة ، والتغير الدوري لليل والنهار ، (٣) الاضاءة الجانبية ، (٤) قوة الثقل ، (٥) اختلافات مقدار الرطوبة في التربة المحيطة والجو .

(١) الحركات المسببة عن ملامسة جسم غريب .

أحسن أمثلة الحركات التي من هذا القبيل تصادف في محاليق النباتات وجذورها فان محاليق البازلاء والكروم والجرجير فاك (Passion flower) وغيرها تتأثر بلامسة خفيفة . اذا لامس حائق أشاء نودانه جسما غريبا كساق نبات مجاور أو عسلوج منه فانه يأخذ في الانحناء نحو الجسم المهيج . فاذا لم يكن هذا الجسم سميكا جدا وكان الاتصال به مستطيلا أصبح الحائق أكثر انتفاخا من جهة الجانب الذي لم يهيج وكذلك ينمو بسرعة في هذا الجانب بحيث تلتف المحاليق حول الجسم المتفافا تاما .

ويختلف الجزء الحساس الخاص من المحاليق باختلاف النباتات . فقد يكون جزء عظيم حول الطرف قابلا للتهيج ، بينما تكون المنطقة الحساسة أحيانا مقصورة على جزء قصير المدى على جانب واحد فقط .

وليس الانحناء في الحائق مقصورا على الجزء الذي يهيج بالفعل ، بل العادة أن ينقل أثر التنبيه الى وراء على استطالة الحائق ويحدث في الأجزاء التي لم تمس . ويصادف مثل هذا الرد الناشئ من ملامسة جزء غريب مجاور ، في الأعناق الحساسة من بعض الأنواع المتسلقة من التروبيولوم (Tropaeolum) والسولانوم (Solanum) ويلاحظ مثل ذلك أيضا (وان كان بدرجة أقل) في كثير من السوق الالفة والمتسلقة .

وهناك أجزاء صغيرة بالقرب من أطراف الجذور تحبس بالملامسة الجانبية المستطيلة ، فإذا صادفت مثل هذه الأجزاء أحجاراً أو غيرها من المواد الصلبة وهى تحترق التربة مالت عن هذه الأجسام المهيجة واستمرت أطراف الجذور فى نموها فى اتجاه آخر . ومن جهة أخرى فإن أجزاء الجذور النامية التى تكبر سناً عن تلك اذا نهبت بالملامسة مالت نحو الأجسام المهيجة ونمت حولها وهذه الحركات الناشئة عن الملامسة والحركات النودانية السابق ذكرها إنما هى لتتمكن الجذور من تخطي العقبات المعترضة فى طريقها .

تج ١٤٤ : (١) لاحظ صورة المحاليق السائبة من البازلاء ، والكرم والموردىكا (Momordica) . وقارن هذه المحاليق بما يكون منها على حوامها .

(٢) هى المحاليق السائبة التى التفت على نفسها ثلاث مرات بحيث تلمس أطرافها عسليج صغيرة أو غيرها من الحوامل المشابهة والخصها فى فترات أبدا بضع ساعات ولاحظ مقدار التفاف الحالق حول حامله .

(٣) هيج الجانب المقعر من الطرف الخنى من حلق نبات الخيار والبطيخ وما شاكله مدة دقيقة بواسطة حكة بقطعة خشب ملساء ثم لاحظ ما يطرأ عليها بعد ذلك مدة دقيقتين أو ثلاث وأنظر هل يزداد تقوسها ؟

تج ١٤٥ : الخصى طريقة تسلق نبات المورديكا بلسمين .

(٢) حركات الرد على اختلافات درجة الحرارة وتغير الليل والنهار .

كثير من الأزهار تتفتح فى يوم دافئ أو اذا هى أدخلت فى غرفة دافئة ، وتغمض اذا وضعت فى مكان بارد وتستمر حركات التفتح والغمض مستقلة عن الضوء ، وتحدث بواسطة التغير فى مقدار انتفاخ الخلايا المكونة للجانبين الأعلى والأدنى من البتلات . فان اختلاف درجة الحرارة يهيج البروتوبلازم بحيث ان مقادير الماء المختلفة يؤذن لها أن تمر خلالها الى بفحات الخلايا

ومنها ، فتتغير حالة انتفاخ الخلايا تبعاً لذلك . وازهار الاناجاليس وغيره من النباتات تغمض فى النهار اذا كان الطقس معتما والهواء رطباً . وذلك انما يكون لحماية الأسدية وغيرها من الأجزاء التوالدية من أذى المطر أو غيره من الأسباب وبتفتيحها فى أيام الدفء يجد النبات فرصة مناسبة للتلقيح الخلط . إذ لا يكثر زوارها من الحشرات إلا فى مثل هذه الأحيان .

ووريقات الورقة المركبة من البرسيم وغيره من النباتات البقلية وكذا وريقات الحميض وغيره تطوى نفسها بعضها على بعض فى الليل أو تغير مراكرها بطريقة خاصة وتعود فى الصباح سيرتها الأولى . وتسمى الحركات التى من هذا القبيل "بالحركات النعاسية" (Nyclitropic or Sleeping movements) وانما يحدثها النبات رداً على التنبيه الحادث من اختلاف درجة الحرارة وتغير الإضاءة الحاصلة أثناء تغير الوقت من الليل الى النهار .

والغالب أن تتجه حواف الورق والوريقات فى الليل الى أعلى أو تنكس الورقة بأجمعها أو تطوى بحيث ان السطح الورق المعرض للسماء ينقص نقصاناً كبيراً فيقل بذلك فقد الحرارة الناشئ عن التشعيع . وعلى ذلك فالأوراق بتشككها على هذه الصورة فى الليل تحمى من أذى البرد حماية عظيمة .

تج ١٤٦ : الخصى موضى أوراق البرسيم والفول المتداد فى الليل وفى النهار .

وفى النهار غط نبات برسيم بسلطانية أو حوض أو بناقوس وقارن بعد ساعتين بين وضع وريقات هذا الليل المفتعل ووضع الوريقات فى النبات المجاور الذى بقى معرضاً للضوء .

تج ١٤٧ : اقتطف بعض رؤوس متفتحة تمام التفتح من نبات المونتوكا (Montauca) الجعبيض وضع شماريخها فى الماء ثم اقلها الى خزانة معتمة ولاحظ أن هذه الرؤوس تغمض بعد ساعة أو ساعتين من بقائها فى الظلام . ثم اقلها الى مكان مضي ولاحظ هل تعود تفتتح ؟

(٣) الحركات المسببة بالاضاءة الجانبية — التأود الضوئى (Heliotropism)

إذا سمح لنبتات بالنمو غير معترض فى نافذة غرفة عارية كان جانب من ساقها منارا أكثر بكثير من الجانب الآخر، وتبعا لهذه الاضاءة ينحني الجزء النامي على مهل صوب الضوء بحيث ان طرف الساق وبعضا من الساق وراء الطرف المذكور يتجه فى النهاية صوب الجهة التى يأتى منها الضوء . ويحدث مثل ذلك الانحناء فى سوق النباتات النامية بجوار الحيطان ، وفى غيرها من الأماكن حيث يصل اليها النور من جانب أكثر من الجانب الآخر وهذا الانحناء ناشئ عن اختلاف فى سرعة النمو ومقداره على جانبي الساق مثل غيره من أحوال انحناء الأعضاء النامية . وهو ، كحركات الأوراق والجذور التى سيمزك الكلام عنها ، انما يحدث مطاوعة لتنبيه الضوء الساقط على الساق من جانب واحد . ويوجد بالقرب من الطرف جزء صغير يمتاز بحساسه بالاضاءة الجانبية ، والظاهر أن التنبيه الذى يصيبه ينتقل متقهقرا الى الجزء الذى ينحني بالطريقة الخاصة السابق وصفها .

وإذا قطع طرف ساق بادرة تبدو عليها هذه الحركات أو غطى غطاء محكما بحيث لا يتطرق النور اليه مطلقا فإن ذلك الانحناء الخاص لا يحدث بته . وإذا حدث هذا التنبيه الضوئى الجانبى للجذور سبب حركة عكس التى تلاحظ فى الجزء النامي من الساق . فالجزء النامي من جذر ما يميل منحنيا عن الضوء المنبه ، ويميل الطرف وجزء صغير بالقرب منه ، وإن وقعا على خط الضوء الساقط ، (Incident Light) بعيدا منه وتسمى الحركات الحادثة ردًا لتنبيه الضوء الجانبى ، تلك الحركات التى تميل فيها أعضاء النبات صوب الضوء كالسوق ، هليوتروپزم أو التأود الضوئى (Heliotropism) أو التأود الضوئى الموجب . أما نقط التأود الضوئى المبتعد (Apheliotropism)

أو التأود الضوئى السالب فيطلق على الحركات التى يميل فيها العضو المنبه بعيدا عن الضوء كالجذور .

أما فائدة هذه الحركات فواضحة ، وذلك أن سوق النباتات تستطيع بها أن تصل الى الضوء فتجعل الأوراق التى تحملها فى أليق موضع لقيامها بوظيفة "تثبيت الكربون" . وبه تستعين الجذور على التماس طريقها وتخل شقوق الأرض المظلمة .

والظاهر أن أوراق البصل وتلك الأوراق السيفية الشكل العريضة من بعض ذوات الفلقة المفردة هيليو تروبية (تتاود بالضوء) مثل السوق ولكن غالب الأوراق الخضرية العادية من النباتات تسلك مسلكا يخالف الجذور والسوق فانها تدور أو تلتف أعناقها حتى تجعل السطح الأعلى من نصولها على زاوية قائمة مع الاتجاه الذى يقع به النور عليها . وتسمى أعضاء النبات التى تأخذ هذا الموضع بالنسبة للضوء الواقع "ضوئية التأود عرضيا" (Diaheliotropic) ومن السوق قليل مثل سوق نبات حبل المساكين (Ivy) يكون متاودا ضوئيا عرضيا فتتلم على الحائط ملتصقة به ولا تحتاج الى معالجة خاصة لبقائها على تلك الصورة . على أن السوق الهليوتروبية العادية من أشجار الفواكه النامية فى مواقع مشابهة لتلك تنحني مبتعدة عن الحائط فإذا أريد منع هذا الانحناء وجب أن يحافظ على النقط النامية حتى تبلغ أشدها وتصلب وقد دلت التجارب على أن أشعة الضوء الزرقاء والبنفسجية هى الأشعة الفعالة فى إحداث حركات التأود الضوئى . أما الأشعة الحمراء والصفراء فلا يردّ عليها .

تج ١٤٨ : ازرع بعض بزور من الخردل فى أصين صغيرين من أصص الأزهار ، عرض كل منهما ثلاث بوصات فإذا بلغ طول البوادر بوصة تقريبا فضع أحد الأصين فى صندوق شديد الظلمة وغط الآخر بصندوق مسود فى باطنه بدخان البترول ومثقوب فى جانب من جوانبه نقبا يكون فى مستوى رؤوس البوادر تقريبا وأترك البوادر بعد ذلك يوما أو يومين ثم قارن جهات نمو سيقها فى كلا الأصين .

تج ١٤٩ : استنبت بعضا من بزور الخردل في نشارة خشب رطبة فاذا بلغت جذورها الابتدائية بوصة أو بوصة ونصف تغذ بادرة منها أو اثنتين وأنزل جذورها من ثقب في ورقة مقواة ثم سد الثقب بعد ذلك بشئ من القطن لمنع البادرتين من الانزلاق ثم ضع الورقة المذكورة فوق كوبة ملئت بماء البئر بحيث تغمر الجذور في الماء رأسيا .

وضع الجميع في صندوق معتم به ثقب في جانبه كالموصوف في التجربة السابقة ودع البادرتين تتوان يوما أو يومين ثم انقصهما بعد ذلك وانظر هل الساق والجذر رأسيان كما كانا عند ما وضعا في الصندوق أم لا ؟

تج ١٥٠ : انقص أنواع الجرانيوم (Granium) وغيرها من النباتات التي تنمو في النوازل ولاحظ كيف أن هذه النباتات تميل صوب الضوء .

ولاحظ أن الأوراق تجعل سطوحها العليا صوب الضوء . لاحظ أوراق فراخ حبل المساكين وغيرها من النباتات التي تنمو ملاصقة للجدران ، تجد أن العليا صوب الضوء وانظر هل تنمو الأوراق جميعها على جانب واحد من سوق نباتاتها هذه ؟ هل انحنى الأعناق صوب جهة ما ؟

(٤) الحركات الحديثة ردًا لقوة الجاذبية — التأود الأرضي أو جيوتروپزم (Geotropism) .

ما من جسم على الأرض إلا وهو كأنه مجذوب صوب مركز الأرض بقوة تسمى "قوة جاذبية الثقل" . لهذه القوة تأثير منبه في شتى أعضاء النباتات الحية وأغلب السوق الابتدائية تنمو رأسيّة الى أعلى ضدّ هذه القوة مبتعدة عن الأرض فاذا وضعت أفقية انحنى مناطق النمو بالقرب من أطراف السوق الى أعلى على مهل حتى تعود رأسيّة كما كانت . أما الجذور فتتنمو الى أسفل مع القوة صوب مركز الأرض . فاذا وضعت جذور البوادر أفقية انحنى أجذائها النامية على عجل على شكل زاوية قائمة وأخذت شكلا رأسيّا بحيث تكون أطرافها متجهة الى أسفل .

وتسمى الجذور "جيوتروبية" (Geotropie) أي متأودة للأرض أو متأودة أرضية موجبة في حين أن السوق التي تنمو بعيدة عن الأرض تسمى "المتأودة الأرضية المبتعدة" أو "أبوجيوتروبية" (Apogeotropie) والمتأودة الأرضية السالبة .

وريزومات البطاطس وغيره من النباتات في العادة متأودة أرضية عرضية (Diageotropie) فهي تنمو أفقية واذا وضعت رأسيّة أخذت في الانحاء ببطء الى جانب حتى تكون مناطق النمو والأطراف موازية لسطح الأرض .

وتستمر هذه الحركات في الظلام . وهي نتيجة تنبيه الجاذبية المؤثرة في الأطراف الحساسة من السوق والجذور لا في الأجزاء النامية التي تصبح منحنية .

ويظهر أن الفروع الثانوية الجانبية من الجذور أقل احساسا بفعل جاذبية الثقل من الأعضاء الابتدائية فإن الجذور الثانوية تنمو الى أسفل مائلة في التربة لا رأسيّة .

وشماريخ غالب الأزهار في العادة متأودة أرضية مبتعدة أي أبوجيوتروبية ولكن احساس التأود الأرضي في بعض الأحيان يتغير اذا تفتحت الزهرة . وكثير من صنوف الدفوديل (Daffodil) تصبح تأودية ضوئية عرضية اذا تفتحت الزهرة فتأخذ فوهة التوزيع موضعا متراوح الأفقية وتتحنى سوق القمح والشعير في العادة الى أعلى عند الكعوب عند ما تتحنى الى جانب بسبب الريح أو المطر وقد تستقيم السلاميات والسنابل بعد أن ترقد النباتات اذا لم يحدث هذا الرقاد متأخرا .

والحركة المتأودة الأرضية المبتعدة في سوق الغلال مسببة عن تنبيه جاذبية النقل الذى يحدد النمو في الأنسجة المكونة لقواعد الورقة المتفخمة الملاصقة للكموب .

تج ١٥١ : أعد (٩) ولاحظ المسلك الجيوتروبي الذى تسلكه جذور الفول المستعمل وسوقه .

تج ١٥٢ : ازرع فولة مدادة في أص مملوء من ثرى البساتين واستنبتها في مكان مظلم . فإذا بلغت ساق البادرة بوصتين أو ثلاث فأرقد الأص على جنبه حتى تكون ساق البادرة أفقية ودعها تنمو في الظلام كما كانت . واغصها بعد بضع ساعات ولاحظ منحني الساق واذكر أى أجزائها قد انحنى أكثر من غيره .

تج ١٥٣ : اقطع قطعة مستقيمة من ساق صغيرة السن من نبات الشعير أو القمح ولكن في هذه القطعة كعب حوالى منتصفها وأزل الطرف الأسفل المقطوع من ثقب في سداة فل يسمعها فم زجاجة مفرطحة . واملأ الزجاجة بالماء وأزل السداة والقشة فيها من فم الزجاجة المذكورة وضع الزجاجة على جانبها بحيث تكون قطعة الساق أفقية ودعها في نزاعة معتمة طول الليل واغصها في الصباح . وانظر هل القشة أفقية ؟

(٥) الحركات المسببة من اختلاف رطوبة التربة التأود . الرطوبي هيدروتروبيزم (Hydrotropism) — أطراف الجذور حساسة بما يحدث من التغيرات في مقدار رطوبة التربة . فانها وهى نامية في الأرض تميل نحواً أكثر الأجزاء رطوبة وعليه فان جذور النباتات تضرب في الأرض حتى تصل الى الآبار ومجارى المياه وأتابيب الصرف الى مسافة بعيدة عن المكان الذى قامت عليه السوق بعدا كبيرا .

الفصل الحادى والعشرون

التوالد . REPRODUCTION.

١ — ان العمليات الفيسيولوجية التى سبق بحثها انما تعنى ببقاء حياة النبات ولا بد الآن من بحث عملية التوالد ، أى قوة اخراج أفراد جديدة منفصلة ، التى هى احدى الخواص العظمى التى للكائنات الحية .

هناك نوعان من التوالد فى النباتات الزهرية وهما (١) التوالد الخضرى (Vegetative Reproduction) و (٢) التوالد التزاوجى (Sexual Reproduction).

التوالد الخضرى

ان الأساس فى التوالد الخضرى انفصال أجزاء الآلات الخضرية من النبات انفصالا طبيعيا أو صناعيا فينمو كل جزء منفصل حتى يكون نباتا جديدا تاما . ويرى هذا الكائن الخضرى الطبيعى فى نبات البطاطس وذلك أن ريزومات أرضية نحيلة تنمو من النبات الأصلى وتغلظ وتكون درنات عند أطرافها وفى آخر الصيف يبيد النبات الأصلى تاركا وراءه الدرنات وحدها وهذه تنمو فى الفصل التالى حتى تكون نباتات جديدة منفصلة .

وتكاد النباتات ذات الريزومات الأرضية المتنوعة تسلك هذا المسلك فتموت الأجزاء الأصلية المسنة وتبقى الفروع الجانبية الحديثة ضاربة بجذورها فى الأرض لتجلى حياة الافراد المستقلة . والبراعم التى على الدفانات والمدادات من نبات الشليك تتأصل جذورها فى الأرض وبعد موت السلاميات العادية تكون نباتات منفصلة ومن الأمثلة على التوالد الخضرى ما يرى فى النباتات البصلية وذوات الكرما (راجع صفحات ٥٢ — ٥٧) .

في أرض رطبة أو وضعت عليها ثم حفظت في حرارة مناسبة تخرج براعم وجذورا تنمى نباتات جديدة عند النقط التى قطعت عندها أعيار الورقة . على أنه في أغلب الحالات تختار فراخ لأجل العقل . وهى تعطى خير النتائج إذا قطعت تحت الكعب مباشرة إذ في أغلب الأحوال لا تتكوّن الجذور العرضية إلا في هذه النقط . أما العقل المأخوذة من النباتات العشبية الورقية فتوضع في أرض رخوة دافئة لاسراع تكوّن الجذور وتحفظ في جو رطب لمنع سرعة فقد الماء بواسطة النتح أثناء الوقت الذى تكون فيه الفراخ بلا جذور .

وتشتمل العقل الخشبية على مقدار كاف من الزاد المختزن لتكوين النسيج الكنى (Callus) والجذور . على أن العقل العشبية لا تشتمل في العادة إلا على مقدار قليل جدا من المواد المجهزة . وعليه يجب تعريضها للضوء حتى يمكنها أن تقوم بعملية "تثبيت الكربون" .

والتين والمان والأعناب سريعة التكاثر بواسطة العقل وقد يمكن أيضا تكثير أنواع الكثرى والتفاح مثل ذلك . ولكن انتاج هذه الأشجار للجذور غير مضمون .

والعادة في عقل أشجار الفاكهة أن يكون طولها من ثمانى بوصات الى عشرة وتأخذ من خشب السنة الماضية الذى تم بلوغه وبعد اعبال ورق الفراخ في الحريف . ويجب قطع البراعم الموجودة على الجزء المغروس في الأرض من الفرخ حيث يراد تجنب خروج الهراء (Suckers) ولا تترك على الجزء الواقع فوق التربة إلا البراعم المحتاج اليها لتكوين النبات (شكل ٨١) .

وأسرع ما تتكوّن الجذور في التفاح والكثرى عندما يكون للعقل "عقب" أى قطعة صغيرة في قاعدتها من خشب الفرع الكبير الذى كانت العقله نامية عليه .

وتوجد، فضلا عن طرق الوالد الطبيعي المذكورة، طرق أخرى شتى من التوالد الخضرى الصناعى، فانه اذا وضعت قطع منفصلة من جذور كثير من النباتات أو من أوراقها أو من سوقها في ظروف سيمر بك ذكرها أخرجت من الآلات ما يلزم لجعل هذا الجزء نباتا تاما . فمن ذلك أنك اذا قطعت فراخ النبات ووضعتها في تربة مناسبة أخرجت في الحال مجموعا من جذور عرضية واذا عوملت قطع من الجذور بمثل هذه الطريقة أفرخت براعم تنشأ عنها فراخ ورقية . ويلاحظ أنه وان كانت الجذور قد تتكوّن اذا غرست أحد طرفى العقله في التربة فان خير نمو للجذور إنما يحدث اذا وضع في الأرض ذلك الطرف من العقله الذى كان أقرب الى جذر النبات الذى اقتطع منه . واذا دفنت عقله جذرية في التربة كان أشد نمو لجذورها يحصل من طرف العقله الذى كان أقرب الى قمة الجذر . فأما الطرف الآخر فيخرج براعم عرضية . أما فراخ بعض أفراد الفصيلة المخروطية وغيرها من النباتات ، فلا يظهر أنها قادرة على اخراج جذور ، ولا جذورها قادرة على تكوين براعم وعلى ذلك فان النباتات التى من هذا القبيل لا يمكن توالدها خضرىا .

وأشيع الأمثلة على التوالد الخضرى الصناعى ما يرى في عملية تكثير النباتات بواسطة العقل والترقيدات وفي عمليات التطعيم "بالعين" والتطعيم "بالقلم" التى يستعملها البستانيه .

العقل (Cuttings) — يطلق لفظ "عقله" على أى جزء من جذر أو ساق أو ورقة تقطع من نبات ويستعمل لغرض التكاثر . ومن النباتات قليل مثل أنواع البلاجونيوم له قدرة على تكوين براعم عرضية على أجزاء مقطوعة من جذورها ويمكن تكثيرها بواسطة العقل الجذرية . وأوراق أنواع البرابوفيلوم وغيرها من النبات اذا قطعت على استطالة الأعيار (Mid, ribs) ودفنت

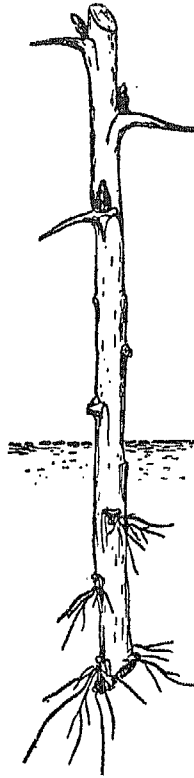
وإذا كانت درنات البطاطس كبيرة جدًا أو كان صنفها نادرا تقطع بالطول أحيانا بحيث يكون فى كل قطعة "عين" أى مجموع براعم . هذه العين تنمى نباتا جديدا إذا وضعت القطعة فى الأرض .

٥ - الترقيدات (Layers) — عملية الترقيد (Layering) عبارة عن حنى فرع نبات ودفنه فى الأرض . هنا تخرج الجذور من الجزء المنحنى بعد زمن ما ، يمكن بعده قطع الفراخ المسماة "ترقيدات" قطعاً باتاً عن أمها . وقد يكفى لإبراز الجذور مجرد حنى الفرخ وتغطيته بتراب رطب دافئ . ولكن يغلب أن يضاف الى ذلك احدى الطرق الآتية لضمانة حسن تكون الجذور وهى : التلسين والتلثيم والتدوير فى الترقيدة .

فأما "التلسين" فلفظ يطلق اصطلاحاً على عملية إجراء شق مائل الى أعلى فى الترقيدة عند كعب من كعوبها (كما فى ١ . شكل ٨٢) . وأما "التدوير" فهو ازالة حلقة تامة من القلف أو الأنسجة حتى منطقة كامبيوم الساق بحيث يكون عرضها نصف بوصة .

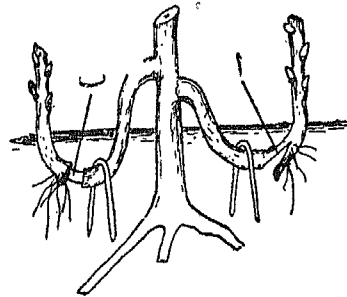
وأما "التلثيم" فلفظ يراد به عمل قطع على شكل الرقم ٧ فى الساق . كل هذه الحيل وغيرها مما هو مستعمل يعوق سليل العصارة المجهزة الى الوراء ، من طسرف الفرخ الموجود فوق وجه الأرض . وتراكم المواد المجهزة فى جزء الفرخ الواقع فيما وراء القطع يدعو تبعاً لذلك الى تكون جذور عرضية عليه .

والترقيد فى العادة أنجح منه فى التكاثر بواسطة العقل إذ أن هذه عرضة للوت قبل أن يتكون جهاز جذرى واف بجاجاتها . أما فى عملية الترقيد فإن الفرخ يبقى متصلاً بأصله حتى تضرب جذوره . وفى هذه الأثناء يحصل



(شكل ٨١)

عقلة تبين تكون الجذور العرضية فى الأرض .



(شكل ٨٢)

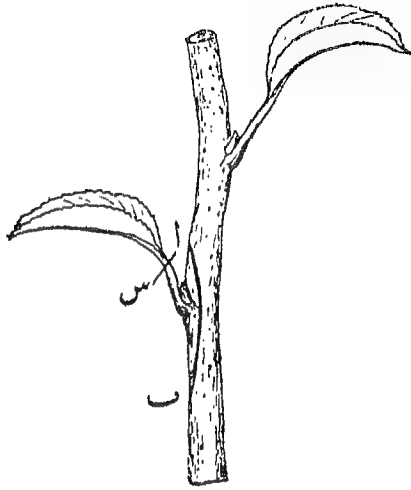
رسم بيانى يمثل طريقة الترقيد .
(ب) فرع أجريت فيه عملية "التدوير" .
(ا) فرع أجريت فيه عملية التلسين .

منه على مائة وعلى مقدار ما من المواد الغذائية وتكثر الأعناب بواسطة الترقيدات وكذلك الأمر في التفاح والكمثرى والبرقوق والسفرجل وغيرها من الأصول التي تستعمل للبرعمة والتطعيم. ويحصل ترقيد هذه الأنواع في الخريف عادة ، وتترك الترقيدات متصلة بأمتها حوالي اثني عشر شهرا أو حتى يتكون لها جهاز جذري صالح ثم يمكن بعده أن تقطع عن أمها قطعاً باتاً وتنتقل حيث يشاء.

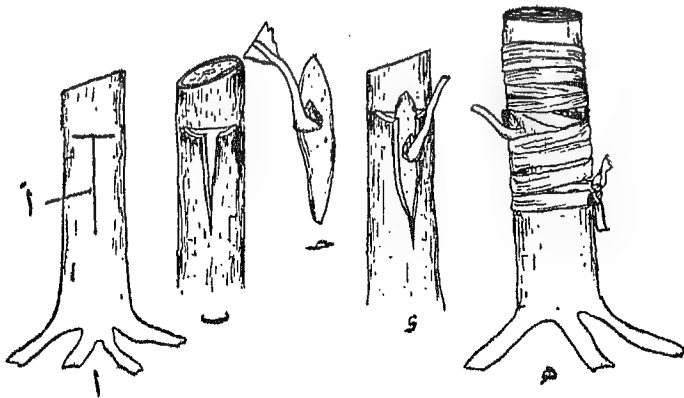
٦ — البرعمة والتطعيم (Budding and Grafting) — لعملية البرعمة ، يؤخذ برعم من نبات ويرشق في ساق نبات آخر . فأما التطعيم فيؤخذ له جزء من فرع عليه براعم عدة ويعالج بالطريقة السابقة ويسمى الفرع الذي يرشق "بالطعم" (Graft) وإذا أحكمت معالجة البرعم أو الطعم والساق المرشوق عليهما اتحد بعضهما مع بعض اتحاداً عضوياً حتى يلوحا كأنهما نبات واحد تمت جذوره البرعم أو الطعم المتصل به بالماء وغيره من مواد الأرض ، وتشتغل أوراق الفراخ الناشئة من البرعم أو الطعم بصنع مواد لتغذية الجذور وانماؤها . ولكن مهما يكن من الأمر فإن الطعم والمطعم في كل الأحوال تقريباً يحفظان خصائصهما المورفولوجية الفردية ، فإسكان من هذه الوجهة مسلك نباتين مفترقين متميزين .

ويقال أن من النباتات المبرعمة أو المطعمة ما يخرج فراخاً تشابه الطعم والمطعم عليه معاً في شكل أوراقهما ولون أزهارهما وغير ذلك من الصفات المورفولوجية . ويسمى الفرع الناتج على هذا النحو "بالهجن الطعمي" (Plant Hybrid) على أن هذا نادر الحدوث .

والبرعمة والتطعيم عمليتان أشيع ما تجريان في ذوات الفلقتين من النباتات الخشبية على أنه قد تتحد النباتات العشبية اتحاداً يرتاح إليه . أما محاولة تطعيم ذوات الفلقة المفردة فيندر نجاحها .



(شكل ٨٣)



(شكل ٨٤)

رسم يبين طريقة برعمة شائعة .

وقد يطعم نوع من النباتات على نوع آخر متميز عنه تميزا تاما ، كتطعيم الخوخ على البرقوق والتفاح على الكمثرى والسفرجل ، والطماطم على البطاطس . وفضلا عن ذلك فان من الأنواع التابعة لأجناس مختلفة ما يمكن اتحاده ونسأؤه نماء صالحا . على أنه يظهر أنه لا يمكن نجاح تطعيم النباتات بعضها على بعض حتى تكون من عشيرة أو فصيلة واحدة .

واذا قيل ان صنفا من الكمثرى سواء طعم على سفرجل أو تفاح أو غير ذلك من الأصول يبقى محرزاً كل الصفات الخاصة التي من أجله غرس فان الطعم نفسه يعتوره شيء من التغير في حجم ثمرته ومذاقها وفي ابدار قوة حمله أو تأخرها وفي عادة نموه وغير ذلك من الأمور بتأثير الأصل المطعم عليه . ويلاحظ مثل ذلك التأثير الناشئ عن الأصل في الطعم وفي نتاجه في أغلب أشجار الفواكه الأخرى والظاهر أن لهذا الأمر علاقة بصعوبة نقل المواد الزايدة من الزيلم عند نقطة الاتحاد الطعم بالأصل .

والعادة في أشجار الفواكه وهى على جذورها أى وهى غير مطعمة أن تكون أقل حملا وأحط صنف ثمرة مما يحنى منها اذا طعم نوعها على أصل آخر مناسب .

ولانتاج أشجار من الكمثرى قصيرة الطول تتركب كلها ، تطعم الكمثرى في العادة على السفرجل وكذلك الأمر في التفاح فانه يطعم على صنف البراديز (Paradise) وهو قصير القامة جذوره سطحية .

وكثيرا ما تستعمل سوق برقوق ماسل (Mussel) وسان جوليان (St.-Julien) أصولا للبرقوق . وهناك طرق شتى كثيرة جدا يجري عليها في تهيئة البراعم والطعوم وغرسها .

وأشيع الطرق المتخذة لتكثير أشجار الفواكه والورود بواسطة البرعمة هي الطريقة المعروفة "بالبرعمة الدرعية" (Shield-budding) وهذه تجرى عادة عند ما يمكن فصل قلف المطعم على خشبه بسهولة على امتداد حلقة الكامبيوم المتنشط . ويجب أن تكون البراعم المنتخبة براعم خشبية بالطبع وأن تؤخذ من فراخ خرجت في العام نفسه . وينبغي أن لا تكون صغيرة السن أو كبيرتها ولذا فإنها تقطع من الجزء الأوسط الواقع في منتصف الفرخ حيث يكون الخشب قد أدرك نصف درجة البلوغ .

أما البرعم الذي يراد استعماله فيجب أن يقطع من الفرخ الصغير على الصفة المبينة عند (ا ب . شكل ٨٣) وذلك أن تفصل مع البرعم قطعة من القلف على صورة الدرع ومعها جزء صغير من خشب الفرخ ينزع من القلف بعد ذلك باحتراس وإلا فإنه اذا نزع قطعة الخشب المذكورة ونزعت معها اسطوانة البرعم الوعائية الابتدائية أى محوره بدا البرعم أجوف اذا نظر اليه من الباطن وأصبح عديم الفائدة إذ أنه في هذه الحالة لا يستطيع النمو ولا التكشف . أما الورقة التي يكون البرعم ناميا في ابطها فنقطع كما في س بحيث يترك من عنقها ثلاثة أرباع بوصة متصلة بالقلف . فاذا تم هذا عمل شق على شكل T (ا . شكل ٨٤) في الأصل المراد التطعيم عليه ويرفع القلف بلطف كما في ب . ويؤتى بالبرعم المجهز ويرشق في الشق كما هو مبين في د ثم يربط الكل ربطا محكما ويلف عليه بشريط من القطن أو بما مائله حتى يضم الأجزاء المجروحة بعضها الى بعض ضمنا شديدا . أما البرعم نفسه فيبقى مكشوفاً (هـ . شكل ٨٤) .

وبعد البرعمة بثلاثة أسابيع أو شهر يفك الرباط أو يرانخى ولا يصح بعد قطع الجزء الأعلى من الأصل المطعم عليه في الربيع أن يسمح بنمو شئ إلا البرعم الذى طعم .

وفي عمليات البرعمة التي تجرى بالصفة المذكورة يصبح النسيج اللائم أى الكنب الذى يكونه كامبيوم البرعم المنقول متحدا مع كنب كامبيوم الأصل الذى طعم عليه البرعم . وبما أن سطوح الكامبيوم المجموعة بعضها الى بعض كبيرة فلا غرو اذا حدث إثمارها على عجل إثمارة صالحا .

أما عملية التطعيم فمدارها اتخاذ قطعة صغيرة من الفرخ المعنى ، عليها برعمان أو ثلاثة أو أربعة ، بالأصل . وفى تطعيم أشجار الفاكهة تقطع الطعوم من فراخ السنة الماضية قبل ابتداء النمو الخضرى . وتوضع بعد ذلك فى رمل رطب أو فى ثرى من ثرى البساتين فى الجهة البحرية من جدار ، أو تبقى فى مكان بارد حتى لا تجف . ولكى تبقى ساكنة حتى يحتاج إليها فى أو أن اجراء عملية التطعيم .

ويقطع الجزء الأعلى من الشجرة أى رأسها قطعاً باناً فوق النقطة التى يراد تطعيم الطعم فيها بقليل ويجب أن يجرى هذا قبل أن يبتدئ النمو فى الربيع . وهناك طرق كثيرة لاتحاد الطعم بالأصل يجربها البستانيون على أنه لابد من ذكر أن النسيج الكنبى الذى يحدث الالتحام ينشأ على الأخص من كامبيوم الطعم والأصل والخلايا المتأخمة للكامبيوم مباشرة ، أما الخشب المدرك القديم فلا دخل له فى هذه العملية .

وأشيع الطرق المستعملة فى التطعيم هى :

(١) التطعيم اللسانى .

(٢) » التاجى .

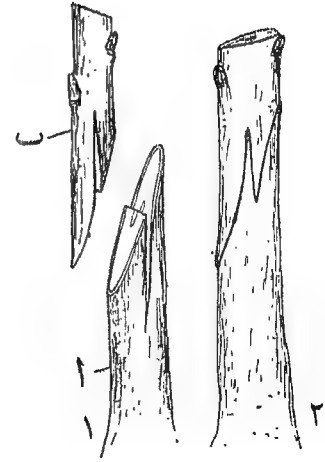
فأما الأول فيستعمل حينما يكون حجم الطعم والأصل واحدا تقريبا ، وأما الثانى فيلجأ اليه عند ما يكون الطعم أنحف من الأصل المراد التطعيم عليه .

وفي التطعيم اللسانى يقطع الطعم أولا ثم يقطع ويرى طرف منه بميل طوله بوصتان أو ثلاث ثم تعمل فيه فجوة (كما فى ب . شكل ٨٥) .

ويعالج الأصل بنفس الطريقة حتى اذا وضع الطعم عليه ناسب أحدهما آخر (كما فى ٢ . شكل ٨٥) ثم يربط الجزءان بعضهما مع بعض ربطا محكما، ويغطى الجرح إما بشمع التطعيم أو بالطين لمنع دخول الهواء والمطر ويجرد تكشف البراعم الموجودة على الطعم عن فراخ طول كل منهما ست بوصات أو ثمان ينزع الرباط والغطاء باحتراس ويربط الطعم والأصل الى دعام حامل .

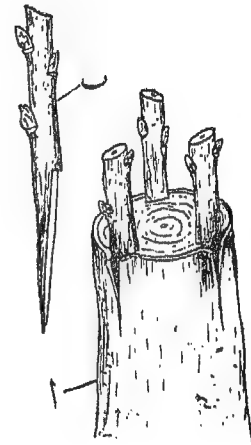
وفي التطعيم التاجى يقطع طعم أو أكثر ويعمل فيه قطع مائل ثم يرشق فى شقوق طولية طولها بوصتان فى قلف الأصل المطعم كما هو مبين فى شكل (٨٦) وتربط الأجزاء المجروحة بعد ذلك وتغطى بالطين أو الشمع كما سبق الوصف فى التطعيم اللسانى .

واعلم أن ما يخرج من البصلات أو الدرنات أو العقل وكذا البراعم والطعوم ليس فى الحقيقة نباتا جديدا وإنما هو امتداد من جسم الأم التى أنتجتها يحرز نفس الصفات المورفولوجية والفيسيولوجية التى للنباتات التى أخذت منها إلا فيما ندر . وما من صفة تجعل الأم قيمة إلا وتوجد فى النباتات المشتقة منها بواسطة الطرق الشتى التى سبق وصفها . ولهذا الأمر على الأخص يستفيد الفلاح والبستاني ومرعى النباتات من قوة التوالد الخضرى . وتختلف النباتات المحدثه من بزور أصناف متشعبة من التفاح والكثيرى وغيرها من أشجار الفاكهة اختلافا كبيرا عن أمهاتها ويرى مثل هذا البون بين الأم والابن اذا قورنت بوادر الكريزاتين (Chrysanthemums) والدهليا (Dahlia) والبطاطس وكثير غيرها من النباتات المزروعة ، بأسلافها .



(شكل ٨٥)

رسم يباين يرى طريقة التطعيم اللسانى . (١) الأصل ١ والطعم ب منفصلين . (٢) الأصل والطعم متلايين قبل ربطهما .



(شكل ٨٦)

رسم يباين يمثل طريقة التطعيم التاجى . ب = طعم مجهز ؛ ١ = أصل غرز به ثلاثة طعوم .

وعليه فإن توليد النباتات بواسطة البزور فى مثل هذه الأحوال لا يمكن أن يعتمد عليه كواسطة للحصول على عدد من النماذج كل منها يشبه الأم . لذا كانت الطريقة الوحيدة للحصول على الغرض المطلوب هى الاستفادة من قوة التوالد الخضرى .

وللتوالد الخضرى فضل آخر هو اقتصاد الوقت اذا كان الغرض سرعة تكثير بعض أنواع النباتات فانك اذا أردت الحصول على مغل ثمين من البطاطس بواسطة بزور أنفقت خمس سنوات أو ستا ، وقد تنفق من الزمن فوق ذلك لانشاء بستان من أشجار الكمثرى أو التفاح اذا غرست به بزورها . ولكنك اذا استعملت الدرنات فى الأول ، والتطعيم على أصول مستقرة بلغت غايتك فى وقت قصير .

ويقتصد الزمن أيضا اذا ولد الشليك من مدادات متفرقة بعضها عن بعض بدلا من البزور ، وكذلك الأمر اذا استعملت البصلات فى تكثير أصناف النرجس بدلا من البزور .

تج ١٥٤ : الحصى عقل وترقيدات من البلازجونيوم والأعقاب والتين وغيره مما فصل اليه يدك بعد اذ تكون جذورها قد ضربت فى الأرض واعمل رسوما عن أطرافها التى أرسلت جذورها .

تج ١٥٥ : يجب أن يكلف كل طالب ببرعة ورودة وتطعيم شجرة من أشجار الفاكهة . الحصى المعالم الخارجية من الأشجار المبرعمة أو المغطاة فى البساتين والحدائق وأنظر هل يغزو الأصل والطعم فى النخانة بنسبة واحدة أم لا ؟

الفصل الثانى والعشرون

التوالد

نقطة

التوالد التراجوجى (Sexual Reproduction.)

١ — ان الأساس فى التوالد التراجوجى فى النباتات وفى الحيوانات أيضا هو امتزاج نوعين خاصين من الخلايا أحدهما خلية توالدية ذكورية والآخر خلية توالدية أنثوية تكوّنان بعد امتزاجهما التام أى اختلاط أجزائهما بعضهما ببعض خلية مفردة قادرة على النمو الى كائن جديد حى .

أجل ، ان الخلية الأنثوية فى أحوال التوالد البكر (Parthenogenesis) تتكشف عن نبات جديد بغير سبق اتحاد مع خلية ذكورية ولكن هذا أمر استثنائى بحت ، إذ القاعدة أنه لا الخلية الذكورية ولا الخلية الأنثوية قادرة على التكشف بذاتها بل انما يكون ذلك بعد ان تجرى عملية الإخصاب (Fertilisation) أى اتحاد الخلية الذكورية مع الخلية الأنثوية . هنا تنمو الخلية الأنثوية حتى تصبح نباتا جديدا وهاتان الخليتان المتحدتان أى الجميطان كما يطلق عليهما (Gametes) تتخلقان فى آلات توالدية تختلف صورها فى عالم النبات اختلافا كبيرا .

أما نحن فلا نستطيع الآن إلا أن نعى بالخلايا التراجوجية والآلات التوالدية من النباتات الزهرية العادية .

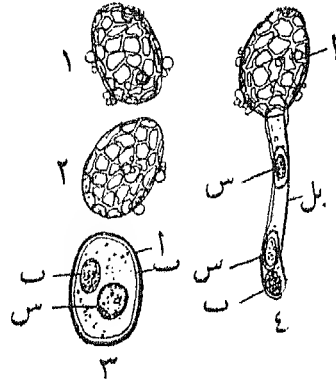
آلات التوالد فى هذه النباتات هى الأجزاء الجوهرية من النباتات الزهرية كما مرّ بك فى الفصل السادس . فالأسدية هى الآلات الذكورية والقربلات هى الآلات الأنثوية .

والخلية التوالدية الذكورية محتواة فى جيوب اللقاح المتخلق فى الأسدية . أما الخلية التوالدية الأنثوية فمحتواة فى باطن المبيض كما سيمرّ بك الشرح .

٢ — بناء حبة اللقاح وإنباتها — تختلف حبوب اللقاح فى صورتها وحجمها ولونها اختلافا كبيرا ، على أنها فى العادة أجسام بيضية أو كروية ضاربة إلى الصفرة . ويتكوّن ظاهر الحبة عادة من غطاء خلوى مكوّن (Cutinized) سميك يسمى "الأكسين" (Exine) أى الطرف الخارج ، منقى فى العادة بعلامات سميكة شوكية الشكل أو نتؤولية أو شبكية وترى عليه هنا وهناك سطوح رقيقة مرتبة ترتيبا منتظما قليلا أو كثيرا . ويطن هذا الغطاء الخارجى الواقى غشاء خلوى غرض شفاف يسمى "الأتين" (Intine) أى الطرف الداخلى (شكل ٨٧) .

وجوف الحبة مملوء من السيتوبلازم وهذا توجد فيه نواتان تمثلان خليتين ليس بينهما جدار . أحدهما (س) هى الخلية التناسلية أو الخلية التوالدية الذكورية . أما الأخرى (ب) فتسمى "الخلية الخضرية لحبة اللقاح" .

ويغلب أن يوجد النشا والسكر والزيت وغيرها من المواد الزائدة فى السيتوبلازم وإذا وضعت حبة اللقاح فى محلول مخفف من السكر وحفظت على درجة حرارة مناسبة امتصت من مائه وأخرجت جسما دلى شكل أنبوبة نحيلة مسدودة تسمى "أنبوبة اللقاح" (بل) وهى تنمو من الخلية الخضرية للحبة وقد يبلغ طولها فى بعض الظروف بضعة ملايين من المليمترات . وأنبوبة اللقاح



(شكل ٨٧)

(١، ٢) حبوب لقاح نوع من الزنبق بها أكسين مشبك ترى عليه نقط صغيرة من الزيت .
(٣) قطاع من حبة لقاح : ١ = أكسين ، ب = اتين ، د = نواة الخلية الخضرية ؛ س = نواة الخلية التناسلية .

(٤) حبة لقاح نابذة . بل = أنبوبة لقاحية ؛ د = نواة الخلية الخضرية ؛ س = نواتان متكونتان بانقسام نواة الخلية التناسلية .

تنوء من الطرف الداخلى ويخرج من خلال الأمكنة الرقيقة أو المنوعة
في الطرف الخارجى من الحبة .

وتسير النواتان الموجودتان في حبة اللقاح أثناء إنباتها في أنبوبة اللقاح
ويتهى الأمر بنواة الخلية الخضرية الى التحلل والاختفاء . أما نواة الخلية
الذكورية أى الخلية التناسلية فتتقسم الى قسمين (س س رقم ٤ ، شكل ٨٧)
يدخلان في عملية الأخصاب التى سيمر بك شرحها فيما بعد .

تج ١٥٦ : هن حبوب اللقاح من متوك أزهار الخيار والكبسلا والجعصيص والتفاح
وأى زهرة أخرى تصل اليها يدك . ثم انقل اللقاح على لوحة زجاجية .

- (١) الحصى اللقاح بالشبيثة الضعيفة من المكسكوب بحيث يقع النور عليه من أعلى .
وتبين لونه واعمل رسوما عن شكل نظام العلامات الموجودة على الجدار الخارجى .
- (٢) هيء قليلا من كل نوع من أنواع اللقاح الذى عندك فى الماء أو فى الكزول واخصه
بالشبيثة الضعيفة ثم القوية .

تج ١٥٧ : اعمل محاليل من سكر القصب قوتها ٣ و ٥ و ١٠ فى المائة ، وضع
بعضا من كل منها فى زجاجة ساعة على حدة . وضع عليها قليلا من حبوب اللقاح وغط كل
زجاجة منها بمثلها وابق جميع ذلك فى ظلام غرفة دافئة . ثم الحصى بعضا من حبوب كل زجاجة
بالشبيثة القوية بمسد اثنتى عشرة ساعة أو ثمانى عشرة ساعة ولاحظ خروج الانابيب اللقاحية
من كثير منها .

٣ - البيضة وبنائها .

البيضات كما مرّ بك فى الفصل السادس هى أجسام دقيقة مستديرة
أو بيضية توجد فى قربلات الزهرة . والغالب فيها أن تكون كل بيضة
مربوطة بمشيمة القربلة بواسطة عود قصير هى السُر .

ويشتمل الجزء المهم من البيضة على نسيج برنشىمى رقيق الجدر فى وسطها
يسمى "النوسيلة" (Nucellus) (ن . شكل ٨٨) حولها غطاء أو اثنتان

نما من قاعدة النوسيلة ليغطيها جميعها إلا عند قمتها حيث توجد قناة ضيقة جدًا هي النقيير .

وبيضات النباتات الخيمية وكذا غالب ذوات الفلقتين ذات الأزهار المتحددة البتلات ليس لها غطاء واحد ، فأما بيضات ذوات الفلقة المفردة وغالب ذوات الفلقتين عديمة البتلات وكذا عديدة البتلات فلها غطاءان .

وتسمى نقطة (ك) حيث تتحد الأغشية ونسيج النوسيلة "كلازة" (Chalaza) البيضة .

وتختلف أشكال البيضات باختلاف أكثر النباتات . أما السر والكلازة والنقيير في نبات الرومكس والسيوليجونوم فهى كلها على خط مستقيم (كما في شكل ١٨٨) . وتسمى مثل هذه البيضات "معتدلة" (Orthotropous) .

وإذا انقلبت البيضة أثناء نموها (كما في ٢ . شكل ١٨٨) ، وقع النقيير ملاصقا للسر ويرى هذا في غالب النباتات الزهرية العادية وتسمى مثل هذه البيضة "منعكسة" (Anatropous) . والبيضات في نباتات الفصيلة الصليبية وكذا

في الفصيلتين البنجرية (Chenopodiaceae) والـ (Caryophyllaceae) كلوية الشكل قليلا أو كثيرا وتكون النوسيلة والأغشية فيها منحنية أو منثنية وتسمى البيضات إذ ذاك "منحنية" (Compylotropous) . وفى أوائل نمو البيضة

تظهر خلية كبيرة خاصة فى نسيج النوسيلة عند نقطة قريبة من نقيير البيضة تسمى "بالكيس الجنينى" وينشأ فى هذا الكيس متسق من خلايا سبع وذلك أن نواة كيس الجنين الأولية تنقسم أولا ثم يسير النصفان الى طرفين تقيضين

فى الخلية . ثم ينقسم كل نصف فى مكانة أربعة أقسام فتتجمع فى الخلية ثمان نوى لكل منها جزء من السيتوبلازم المصاحب لها . وبعد ذلك تجرى واحدة من النوى من الطرف الكلازى وواحدة من الطرف النقيرى راجعتين

الى المركز تمتازان بعضهما مع بعض فتكونان ما يسمى "نواة الكيس الجنيني الثانوية أو النهائية" (Definitive) (و . شكل ٨٩) .

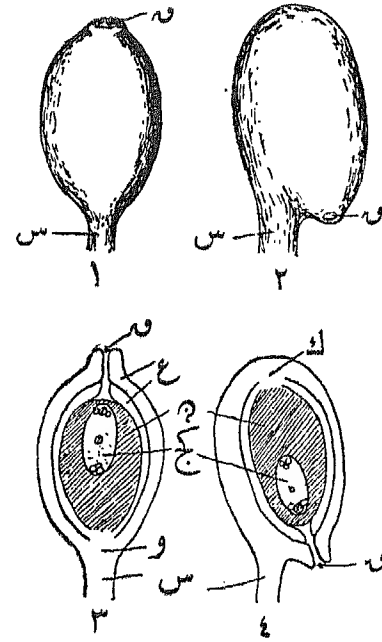
أما النوى الثلاث الموجودة عند طرف الكيس الجنيني على أبعد ما تكون من التقير فتصبح محوطة بمقدار ما من السيتوبلازم ثم تنشئ لنفسها جدارا خلوية ، وتسمى الخلايا المتكونة إذ ذاك "مسمية" (Antipodal) .

(٢) أما الخلايا الموجودة عند الطرف القريب من التقير فإن النوى والسيتوبلازم المصاحب لها يبقى بلا جدر خلوية وتكون ما يسمى "جهاز البيض" (Egg-apparatus) . من هذه الثلاثة اثنتان تسمى كل منهما "مساعدة" (Synergidae) فأما الثالثة فتسمى "البويضة" (Ovum) أو "الخلية البويضة" أو "الكرة البيض" (Oosphere) (كج) والبويضة هي الخلية الأنثوية التوالدية الأنثوية الخاصة في النبات التي بعد امتزاجها مع الخلية الذكرية التوالدية من الحبة اللقاحية تدخل في حياة جديدة وتتموحي تتكشف عن نبات جديد .

تج ١٥٨ : استخرج بيضات من مبايض أزهارها حديثة الفتح من نباتات البازلاء والفول وغيرهما مما يعادها في الحجم ، وذلك بواسطة استعمال الأبر . ثم ثبت ذلك في نقطة من الماء والخصها بالشبيطة الضعيفة وتبين السروكذا موقع التقير .

تج ١٥٩ : اقطع قطاعات عرضية من هذه المبايض وثبت هذه القطاعات في محلول من الصودا الكاوية قوته واحد في المائة وتبين صورة البيضات وبناءها واتصالها بالقريلات واعمل عن ذلك رسوما .

تج ١٦٠ : ضغ بعض أزهار من أزهار القطن أو الكان تكون قد تفتحت نوا في كؤول مثل (Mythylated Alcohol) وبعد تجفيفها بضعة أيام اقطع البتلات والأسدية واقطع بعض قطاعات عرضية في القريلات بواسطة موسى مبللة بالكؤول . هنا تمر بعض القطاعات خلال البيضات الموجودة في باطن القريلات . انقل القطاعات الى زجاجة ساعة تشتمل على مخدوط متساوي الأجزاء من الكؤول المثل والجليسرين : ثم انخب قطاعا أو اثنين يكونان قد مررا بالبيضات وثبتهما في نقطة من الجليسرين النقي .



(شكل ٨٨)

(١) منظر خارجي لبويضة أورثوتروبية أى معتدلة .

(٢) منظر خارجي لبويضة أناتروبية أى منعكسة .

(٣) قطاع طولى من ١ .

(٤) قطاع طولى من ٢ . س = سر ؛ ق = تقير ؛ ك = كلازة ؛ غ = أغطية البويضة ؛

د = نواة ؛ كج = كيس جنينى .

(١) الغص بالشئبة الضعيفة وارسم :

(١) قطاع جدار القربلة .

(٢) البيضة الأنثوية وسرها .

(٣) كيس الحبتين .

(٢) الغص كيس الحبتين بالشئبة القوية وارسمه وانظر فى باطنه الى :

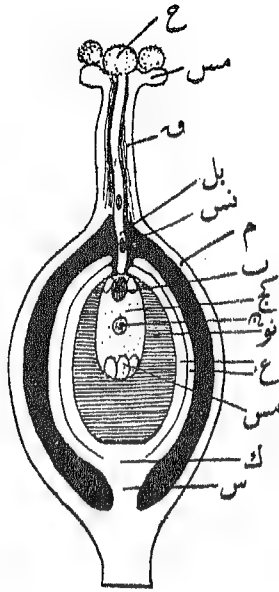
(١) النواة النهائية المركزية (الثانوية) .

(٢) النوى السمتية فى طرف من الكيس .

(٣) البويضة والمساعدتين فى الطرف الآخر .

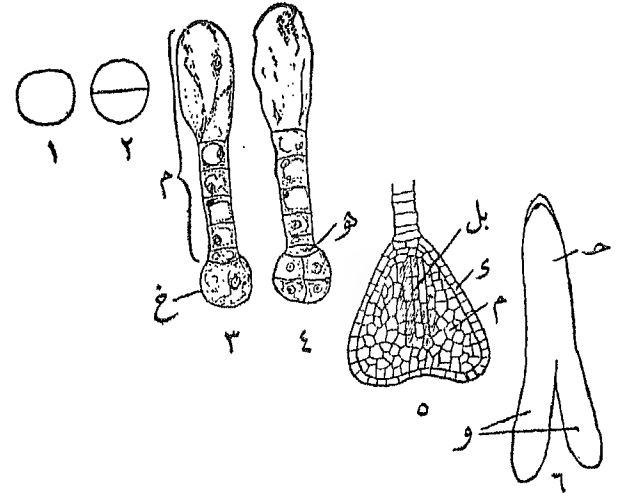
٤ — الأخصاب وتأثيراته — اذا وضعت حبة اللقاح على ميسم قربلة زهرة ملائمة أنبتت وأنشأت أنبوبة لقاحية تخترق أنسجة الميسم وتتمو نازلة فى القلم حتى تنتهى الى جوف المبيض . ويختلف الوقت الذى يستغرقه هذا الأمر بين بضع ساعات وأسابيع تبعا لنوع النبات .

وتتهدى الأنبوبة اللقاحية فى سيرها ، بطريقة لم تدرك تمام الادراك ، الى نقيير البيضة ثم تتصل فى النهاية بقمة الكيس الجنينى ملاصقة للجهاز البيضى (شكل ١٩) وعند وصولها الى هذه النقطة يتحلل طرفها وتسير احدى الخلايا اللقاحية الموجودة فى حبة اللقاح من طرف الأنبوبة المفتوح حتى تلتقى بالبويضة . عندئذ تندمج الخلية التناسلية والبويضة بعضهما فى بعض وتكونان خلية واحدة ، بامتزاج أجزائهما واشتباكهما . هذا الاندماج ، اندماج (Fusion) خلية تناسلية بالبويضة ، هو الصورة الجوهرية من الفعل التزاوجى ويعبر عنه "بالأخصاب" .



(شكل ١٩)

رسم بيانى لقطاع طولى من قربلة تشتمل على بيضة معتدلة : يرى نظام مختلف الأجزاء وقت الاخصاب ؛ م == مبيض ؛ ق == قلم ؛ مس == ميسم القربلة ؛ ح = حبة لقاح نابتة على الميسم ؛ بل = أنبوبة اللقاح ؛ نس = نواة تناسلية ؛ س = سر ؛ ك = كلازة ؛ غ = أغشية البيضة ؛ نو = نوسيلة ؛ كج = كيس جنينى ؛ ب = خلية بيضية ؛ د = النواة النهائية ؛ مس (بعدع) = خلايا سميتية .



(شكل ٩٠)

- (١) رسم بياني عن الخلية البيضية . (٢) الخلية بعد الانقسام الأول . (٣ ، ٤) المعلق (م) والخلاية الجنينية (خ) في الكبسلا . في ٤ تلوح الخلية الجنينية بعد حصول الانقسام فيها . ه = هيبوفيس (٥) طور متأخر من تكشف الجنين مبين فيه جزء من المعلق لا يزال موصولا به ؛ س = درماتوجين ؛ م (في ٥) = بريلم ؛ بل = بليروم الجنين . (٦) جنين مستكمل النمو . (ح) جذيرة ؛ و = فلقنتان .

وقد وجد حديثا أن النواة التناسلية الثانية الموجودة في الحبة اللقاحية تندمج في بعض الأحوال مع النواة النهائية (الثانوية) في باطن الكيس الجنيني ولعل هذه العملية الإخصابية المزدوجة عامة في كل النباتات الزهرية وإذا لم تخصب البويضة ذبلت هي والبويضة جميعها ومائتا ولكنه بمجرد حدوث الإخصاب تشرع البويضة في الانقسام والنمو والتكشف عن نبات جنيني فتصبح البويضة جميعها في النهاية بذرة .

أما نمو الجنين في نبات ذى فلقنتين من بويضة مخصبة فيمكن دراسته بسهولة في الحشيش المعروف "بالكبسلا" . وذلك أن الخلية البيضية تحيط نفسها أولا بجدار خلوي ثم تنقسم إلى خليتين : فالعليا منهما وهي التي تكون أقرب إلى النقيير تنشئ ، بواسطة انقسامات عرضية أخرى ، صفًا واحدًا من الخلايا يسمى "المعلق" (Suspensor) (م . م . شكل ٩٠) وأما الثانية وهي الخلية السفلى الكرية (خ) فتحمل عند طرف الصف المعلق إلى مسافة ما حتى تنزل في جوف الكيس الجنيني ، وتسمى "خلية الجنين" إذ أن منها يتكوّن الجنين كله إلا طرف الجذر ورأسه .

وتنقسم الخلية الجنينية المفردة في ثلاث جهات بحيث تتكوّن ثمانية خلايا : أربعة منها ، وهي أقربها إلى المعلق ، تحدث بواسطة استمرار الانقسام ما يسمى "بالسويق الجنينية السفلى والجذير" أما الأربعة الباقية فتنشئ فلقة الجنين وريشته . أما طرف الجذير وقلنسوة الجذر فينشآن من انقسام الهيبوتوفيس (Hypophysis) أو الخلية الطرفية (هـ) من المعلق .

تج ١٦١ : اقتطف من نبات كبسلا مبيض زهرة سقطت عنها بتلاتها تزا افنتحه وأزل منه بارة بعض بيضاته ، وضع واحدة منها أرائنين في نقطة من الماء على لوحة زجاجية وغطها بزجاجة شبيبة .

- (١) الخوص بالشيثية الضعيفة وارسم أجزاء بيضة واحدة وسرها .
- (٢) اضعف بلطف على الزجاجة الشيثية بطرف قلم رصاص لكى تتفقا البيضة وحاول بالشيثية الضعيفة أن تجذب الجنين والمعلق (كما فى ٣ و ٤ من شكل ٩٠) بين المشتعلات التى فقت . فاذا وجدتهما فالخصهما بالشيثية وارسمهما .
- (٣) أعد مافات على بيضات مأخوذة من مبايض أكبر منها سنا على التسريع وتأثر خطى نمو الجنين الى الوقت الذى ترى فيه الفلقتين والجذير رؤية واضحة تحت الشيثية الضعيفة .
- فى الوقت الذى يكون فيه نمو الجنين سائرا تحدث فى الكيس الجنينى وفى نواة البيضة تغيرات كثيرة فتتحلل الخليتان المساعدتان والخلايا السميتية عادة وتختفى . أما نواة الكيس الجنينى الثانوية فتندمج مع احدى الخلايا التناسلية من الحبة اللقاحية وتنقسم النواة المركبة الناشئة من هذا الاتحاد انقسامات متوالية حتى يتكون عديد من الخلايا العادية ، تنشأ بينها فى النهاية جدر خلوية ويكون الجميع عندئذ نسيجا برنشيميا داخل الكيس الجنينى يعرف "بالاندوسبرم" (كج . شكل ٩١) وهذا يخزن مع المواد الغذائية التى يعيش عليها الجنين أثناء تكشفه .

فى القمح والشعير والبصل وغيرها من أنواع النباتات لا يحلل الجنين ويستنفد كل الاندوسبرم قبل نضج البزرة وعلى ذلك يوجد فى البزرة البالغة مقدار ما من الاندوسبرم (٣ . شكل ٩) أما فى غيرها من النباتات كالقول والبازلاء واللفت فإن الجنين وهو ينمو يمتص كل الاندوسبرم والنوسيلة تقريبا ويستعملها قبل نضج البزرة لذلك لا تحتوى بزور هذه النباتات إلا قليلا من النسيج الاندوسبرى وقد لا تحتوى شيئا بة ومن هنا سميت "الاندوسبرمية" (٤ . شكل ٩١) .

والغالب فى نسيج النوسيلة أن يتحلل ويمتص أثناء نمو الجنين ولكنه يمتلئ فى بعض النباتات بالزاد ويوجد فى البزرة الناضجة : ويسمى هذا النسيج النيوسيل المملوء "پريسيپرم" (Perisperm) (نو ٦ . شكل ٩١) .

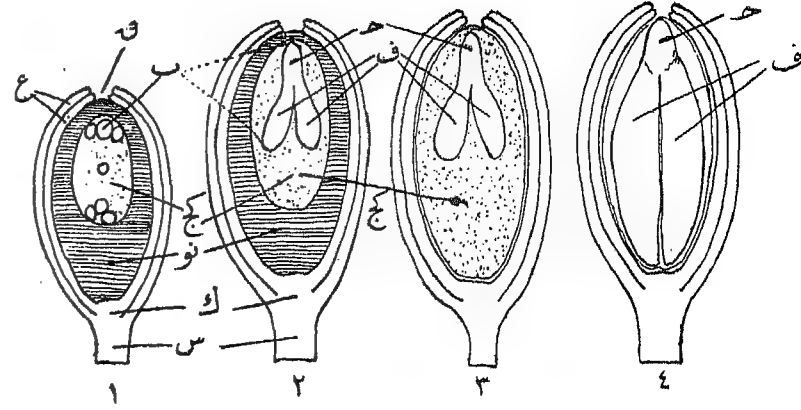
ويترتب على الأخصاب تولد الجنين ، وهو ينبت في الأجزاء الأخرى من البويضة بحيث أنها تتحول في النهاية الى بكرة واليك بيان الأجزاء المتقابلة في الجنين والبكرة :

البكرة	البويضة
تصبح جنينا	الخلية البويضية أى البويضة...
» أغشية البكرة أى القصرة	الأغشية
» النقيير	النقيير
» السر	السر

أما البزور الأندوسبرمية فقد يكون الأندوسبرم فيها عبارة عن نسيج اختزانى تكون في الكيس الجنينى وربما كان النسيج الاختزانى ناشئا عن النوسيلة وفي هذه الحالة يكون هو "البريسم".

وبعض الحبوب يكون فيها الأندوسبرم والبريسم معا . وبعد حصول الأخصاب يذبل قلم القربلات ويمسها وتسقط وكذا تويج أكثر الأزهار الظاهرة ، والمنبه الذى يحدثه الفعل التراجى يدفع البويضة الى النمو وينتقل مثل هذا التأثير الى أنسجة جدر المبيض فتتمو هذه وتتمدد وتسمح للبزور التى في جوفها بالنمو . أما خدر الزهرة فينقلب ثمرة .

وفضلا عن ذلك فان فعل الأخصاب كثيرا ما يسبب النمو والتغير في التخت وعود الزهرة كما في التفاح والكثيرى والشايك . ومن النباتات المزروعة كأصناف الخيار والعنب والأناناس والبرتقان والموز ما ينتج "ثمرا لا بزرية" إذ تتموجدر المبايض نموا كبيرا دون أن تتولد معها بزور . أما الثمار في الطماطم



(شكل ٩١)

قطاع طولى باني من بيضة (١) والبزور (٢، ٣، ٤) التى يمكن اشتقاقها منها . ب = الخلية البويضية التى تصبح بعد الاخصاب جنين البكرة ؛ ح = فقير ؛ ك = كلازة ؛ س = سر ؛ غ = أغشية البويضة ؛ ج = كيس جنينى ؛ نو = نوسيلة ؛ ح = جذير الجنين ؛ ف = فلقنا الجنين .

(٢، ٣) بزور اندوسبرمية موجود فيها أنسجة مشتقة من النوسيلة ، والكيس الجنينى موجود فيها . في ٢ يسمى النسيج نو = بريسم . وهو مفقود من ٣ . في ٣ يوجد النسيج الاندوسبرى كج الناتج داخل الكيس الجنينى وحده مع الجنين .

(٤) بكرة غير اندوسبرمية . وليس بها بريسم ولا اندوسبرم .

والبطيخ والبرقوق وغالب النباتات فاما أن لا تتولد مطلقا وإما أن تسقط قبل أن تبلغ حجمها الطبيعي بزمن طويل وذلك اذا لم يحدث الأخصاب .

كون نمو البزور يؤثر في نمو الثمرة أمر يرى اذا راقبت نمو زهرة تفاح يكون قد لقح فيها خمس من أسديتها وبقى الباقي غير ملقح . فان "الثمرة" التى تنشأ من مثل هذه الزهرة (التي لم يكمل تلقيحها) تنجى مشوهة إذ تكون ذات جانب واحد أى غير ذات تناظر في شكلها إذ لا تنتج البزور عن قربلاتها إلا ما لقحت مياسمه ، ويلاحظ أن جزء "الثمرة" الذى فيه البزور هو الذى ينمو أسرع من الجزء اللابزرى بكثير .

وكذلك الأمر في الطماطم والشليك فانهما اذا لم يكمل تلقيحهما كانت ثمارهما غير منتظمة الشكل ذات جانب واحد .

ويحتاج لأخصاب البيضة الواحدة الى حبة لقاح واحدة ولكن الأزهار تنتج من حبوب اللقاح أكثر مما تقتضيه الضرورة لتلقيح البيضات الكائنة في جوف قربلاتها . على أن هناك نباتات تثبت أنه اذا كانت هناك وفرة في اللقاح المرسل على مياسم الأزهار تنبت أنسجة البريكارب (الغلاف الثرى الكلى) وتنمو نموا كبيرا وأصبحت الثمرة تبعا لذلك أكبر منها اذا أرسل على المياسم مقدار من اللقاح أقل .

٥ - التلقيح (Pollination) والاختصاص الذاتي (Self-fertilisation) والاختصاص الخلط (Cross-fertilisation) - يفهم مما سبق أن عملية الأخصاب في النباتات ذات القربلات المقفلة تمام الاقلال تتوقف على ما يسبقها من سقوط حب اللقاح على ميسم قربة الزهرة . والحبوب اللقاحية وان أمكن دفعها الى الانبات على غير المياسم من أجزاء القربة فان الأنابيب اللقاحية ليس لها القدرة على اختراق أنسجة القربة إلا

اذا وضعت على ذلك الجزء المخصص لقبولها وهو الميسم . هذا الانتقال اللازم ، انتقال الحبوب اللقاحية من متوك الأسدية الى مياسم القربلات ، يسمى "التلقيح" .

واذا كان الميسم يتلقى اللقاح من متوك نفس الزهرة قيل للزهرة "ذاتية التلقيح" (Self-pollinated) على أنه يغلب أن الميسم في زهرة يصيب لقاحا من زهرة نبات آخر ففي هذه الحالة يقال للزهرة التى تتلقى هذه اللقاح "ملقحة تلقيحا خلطا" (Cross-pollinated) .

على أن الأمر يحتاج الى لفظ بسيط للتعبير عن الحالة الوسطى حيث ينتقل لقاح زهرة الى ميسم زهرة أخرى على نفس النبات .

اذا عقب التلقيح الذاتي أخصاب قيل للنباتات "ذاتية الأخصاب" (Self-fertilised) أو "جوارية الأخصاب" (Croce-fertilised) ، أما قولهم "الأخصاب الخلط" (Closs-fertilition) فيطلق على الأحوال التى يكون فيها اللقاح المخصب واردا من زهرة أخرى على نبات آخر من نفس نوع نبات الزهرة الأولى .

وبما أن أعضاء التناسل في أكثر النباتات متجاورة في نفس الزهرة فقد يظن أن الاختصاص الذاتي هو مايجرى عادة بين النباتات الزهرية . نعم ان عددا من النباتات ذات الأزهار المفتحة تخصب أخصابا ذاتيا ومنها ما لا تفتح أزهاره مطلقا كالبنفسج والشعير والأوكسالىس فهى لذلك مؤكدة الاختصاص الذاتي ولكن دلت الملاحظات الدقيقة على أن عددا كثيرا من النباتات الزهرية انما تخصب أخصابا خلطا وقد دلت التجارب على أن النباتات التى تخرج من بزور لقحت أمهاتها من الأزهار تلقيحا خلطا تكون

فى كثير من الأحوال أطول وأجسم وأقوى وأسرع الى انحراج الأزهار وأكثر بزورا من تلك التى تنتج من الاخصاب الذاتى .

ويرى فى النباتات الزهرية كثير من المسائل الطبيعية يقصد منها ترجيح الاخصاب الخلط على الذاتى أهمها ماأتى :

(١) كون الأزهار منفردة الجنس (Diclinous) غالبا (صفحة ٧٥) أى أن ألاتها التزاوجية تكون فى أزهار منفصلة سواء كانت هذه الأزهار على نفس النبات كما فى الجزوع والصنوبر والذرة أو على أفراد نباتات مختلفة بعضها عن بعض كما فى النخل والصفصاف .

(٢) ان كانت الآلات التزاوجية الذكورية والأنثوية فى الأزهار المتحدة الجنس (Monoclinous) متجاوزة بعضها من بعض فالغالب أنها لا تبلغ فى وقت واحد . وتسمى النباتات التى تحمل أزهارا من هذا القبيل "ديكوجامية" (Dichogamous) .

وهناك صنفان من الأزهار يوجدان على النباتات الديكوجامية أحدهما

(١) الأزهار البروتاندرية (Protandrous) أى تلك التى تبلغ متوكها وتنثر لقاحها قبل أن يكون الميسم فى حالة يصلح معها لاستقباله . وثانيهما

(٢) الأزهار البروتوجينية (Protogynous) وهى التى يكون ميسمها صالحا لاستقبال اللقاح قبل أن تنفتح المتوك وتنثر لقاحها .

والأزهار البروتاندرية كثيرة جدا منها عباد الشمس والفول والجزر والبقدونس وغالب أفراد الفصيلة الخيمية (Ambelliferae) والبقليّة والمركبة والشفوية (Labiatae) . وفى هذه يأتى اللقاح اللازم لاختصاص الزهرة من زهرة أخرى أصغر منها عمرا وذلك نظرا لأن لقاحها يكون قد أطلق قبل أن يتهيأ الميسم لقبوله .

أما نوع الأزهار البروتوجينية فأقل شيوعا من الأولى ومن أمثلته أزهار التفاح والكثيرى ولسان الحمل وبعض النجيليات والخلفاء . فى هذه الأزهار تتلقح المياسم من متوك أزهار تكون قد فتحت من قبل وتكون متوكها دون البلوغ ومياسمها تامة بالغة .

(٣) فى النباتات المتحدة الجنس الهوموجانية أى التى تنمو وتنضج ألاتها فى وقت واحد تكون المسافة بين المتوك والميسم . أو موضعها بعضهما من بعض بحيث يكون انتقال اللقاح من المتوك الى الميسم غير محقق .

(٤) من النباتات ما لا يكون للقاحه أثر مخصب فى البويضات التى تنتج فى نفس الزهرة التى هو منها .

نقل اللقاح — بما أن حبوب اللقاح ليس لها قوة التحرك الذاتية فلا بد من نقلها من زهرة الى زهرة بعامل خارجى .

ففى بعض الأحوال يسبب حيوان القوقع والطيور وكذا تيارات المياه نقل اللقاح من مكان الى مكان ولكن أهم العوامل التى تحمل حبوب اللقاح من زهرة الى زهرة هى :

(١) الريح .

(٢) الحشرات .

وتسمى الأزهار التى تلقح تلقىها خلطا بواسطة الريح تسمى "ريحية التلقيح" (Anemophilous) أو (Wind-pollinated) فأما الأزهار التى يحدث التلقيح فيها بواسطة الحشرات فتسمى "حشرية التلقيح" (Entomophilous) أو (Insect-pollinated) وقد يتجاوزون فتوصف ريحية التلقيح من الأزهار بريحية الاخصاب وحشرية التلقيح حشرية الاخصاب ولكن يجب

أن يفهم أن وظيفة الريح والحشرات ليست إلا مجرد نقل حبوب اللقاح من متوك زهرة الى ميسم أخرى وأن هذين العاملين ليس لهما دخل مباشر فى عمل الاخصاب الذى يحدث فى البيضة بعد التلقيح .

ومن النباتات التى تتلقح أزهارها بواسطة الريح حشيشة الدينار والعرق المسمل (Dock) وكل النجيليات تقريبا والحلفاء (Sedges) وكثير من الأشجار والشجيرات .

وأزهار هذه النباتات صغيرة فى العادة غير ظاهرة ولا رائحة لها ، ثم لا يوجد لها "عسل" (Nectar) أما حبوب لقاحها فوافرة جدا وسطحها ناعم جاف والمتوك فى كثير من الأحوال خيوط نخيلة طويلة يسهل على النسيم العليل تحريكها . أما مياسمها فالغالب أن تكون كبيرة جدا ريشية الشكل مهيأة لاقتناص حبوب اللقاح الطائرة . ومن النباتات ذات الأزهار الحشرية التلقيح الورود والبرسيم وهذه فى العادة بتلات أو سبلات زاهية اللون ، فاغمة العطر توجد غددها التى تفرز الرحيق وهو سائل حلو المذاق يسمى فى العرف "عسلا" على أجزاء شتى من الزهرة . أما حبوبها اللقاحية فأقل وفرة من رحيمة اللقاح ، سطحها فى العادة ممق لزج يساعد على التعلق بعضها ببعض وبأجسام الحشرات . ومياسم هذه الأزهار صغيرة بالنسبة لغيرها وإذا كانت مهيأة بها للتلقح تخرج أحيانا سائلا لزجا تلتصق به الحبوب اللقاحية مباشرة وفيه يسهل انباتها .

وأهم الحشرات التى تغشى الأزهار هى الخنافس والذباب والفسراش وأبو دقيق والنحل ، يدعوها اليها مافى الأزهار من لون بهيج ورائحة عطرة ورحيق شهى انه يساعد هذه الحشرات على تمييز النوع الذى تريد غشيانه .

وتتغذى الحشرات بالرحيق وإلى حد ما محبوب اللقاح الذى تأخذ بعضه من الأزهار الريحية التلقح التى لا تشتمل على شئ من الرحيق . والنحل وغيره من الحشرات تؤدى أثناء سعيها إلى معاشها خدمة غير مقصودة للنباتات التى تزورها وذلك باحداث التلقيح الخلط وإذا كان الرحيق مكشوفاً أو سهل الوصول إليه كما فى أفراد الفصيلة الخيمية اجتذب إليه كثيراً من أصناف الحشرات التابعة لعشائر مختلفة . ويحف كثير منها هنا وهناك فيلقح الأزهار ذاتياً على أن الرحيق فى كثير من الأحوال يفرز ويختزن عند قاعدة التويجات الأنبوبية والكؤوس الطويلة أو فى أمكنة يصعب الوصول إليها إلا على الحشرات كالفراش وأبى دقيق والنحل وهى التى لها خراطيم وألسنة طويلة ، أو تكون ذات شكل أو وزن خاص من الجسم . فالحشرات تمس المتوك فى مثل هذه الأزهار أثناء سعيها وبحثها عن الرحيق فيعلق اللقاح بأجسامها . والغالب أن يكون هذا العلوق بنقطة خاصة من جسمها فإذا انتقلت الحشرة بعد ذلك إلى زهرة أخرى مست هذه النقطة ميسمها يحدث التلقيح الخلط .

ومن أمثلة تهيئة الزهرة لزيارة الحشرات الكبيرة الجسم ما يرى فى اللاركسبير (Larkspur) أو الدلفينيوم (Delphinium) الذى هو نبات شائع فى البساتين (أنظر الشكل ٩٢) .

(شكل ٩٢)

ونبات اللاركسبير هو من الفصيلة الرانكيو لاسية (Ranunculaceae) وزهرته غير منتظمة الشكل وبنائها مهياً لزيارة الحشرات . وفضلاً عن ذلك فإنه لا يزور هذه الزهرة إلا الحشرات التى لها خراطيم طويلة ويستحيل أن يحدث التلقيح الذاتى فى هذه الزهرة إذ أن الأسدية تنضج قبل القربلات .

وكأس هذه الزهرة ظاهرة بينة وتشتمل على خمس سبلات زرقاء ، منها واحدة هى "الظهيرية" ممتدة على شكل مهماز طويل يقع فيه مهمازا البتلتين الظهريتين بحيث يحميها الأول من الأذى . وهما مكان الرحيق ويفرز العسل في جوفهما .

والتوزيع في نبات اللاركسبير مختزل جدّا فالبتلتان الأماميتان صغيرتان وفي كل منهما حزمة من الشعيرات المستقيمة وتكونان بمثابة أدلة للحشرات في سيرها . فإذا نزلت الحشرة على الزهرة وضعت خرطومها في المسافة الكائنة بين البتلة الأمامية والبتلة الظهيرية وتدفع خرطومها الى أدنى "المهماز" للحصول على العسل الذى تطلبه .

وفي الأزهار الصغيرة السن تغطى البتلات الأمامية الأسدية والقربلات فلا تأخذ الحشرة لقاحا ولا تعطى . وإذا نضجت الأسدية اندفعت إلى أعلى حتى تقع متوكها في سبيل خراطيم الحشرات فتتغطى هذه الخراطيم بحبوب اللقاح عند نزولها وخروجها من مكان الرحيق . وبعد أن تنثر الأسدية لقاحها تذبل وترقد وعند ذلك تندفع القربلات إلى أعلى وإذا نضجت أخذت المكان الذى كانت فيه الأسدية فإذا نزلت حشرة بالزهرة وهى على هذه الحالة وكانت تحمل لقاحا على خراطيمها من زهرة أخرى مسح هذا اللقاح عن الخرطوم فقتل على المياسم أثناء نزول الخرطوم الى مكان الرحيق . وبهذه الطريقة يحدث اللقاح الخلط وغالب الأزهار الوحيدة التناظر (Zygomorphic) كالقنول والبرسيم والنمى وغيرها مهياة تهيوّا غريبا مقصودا منه حدوث التلقيح الخلط بواسطة الحشرات . وكثير من هذه الأزهار إذا منعت عنها الحشرات يحدث فيها أخصاب خلط وعلى ذلك فهى لا تنتج إلا بزورا قليلة في مثل هذه الظروف وقد لا تنتج شيّا مطلقا .

على أنه لابد من ذكر أنه وإن كان كثير من الأزهار كأزهار القنول الرومى إما أن تكون غير قادرة على إنتاج بزور أو تنتج قليلا ، عند تجنب الحشرات ، فإن غيرها مما هو مهيةا تهيوّا خاصا للتلقيح الخلط بواسطة الحشرات ، والتي تتلقح بهذه العوامل تلقحا نافعا لها ، القدرة أيضا على الأخصاب لذاتى ، وتلجأ اليه عادة إذا اعتم الطقس أو في الأحوال التى ينذر فيها وجود الحشرات . مثال ذلك : أزهار البازلاء والقنول القصير (الفاز يولاس فالجارى) (Phaseolus Vulgaris) والدخان فانها تنتج بزورا إذا منعت قصدا عن التلقيح الخلط . وكثير من الأزهار البروتوجينية وهى في حالة الطفولة تكون مهيةا للتلقيح الخلط ولكن إذا لم يحدث هذا التلقيح فان مياسمها تستقبل اللقاح في العادة من المتوك المجاورة لها في الزهرة في عهد آثر متأخر من عهود نمو الزهرة .

- تج ١٦٢ : الحصى هذه الأزهار الريحية التلقيح — النجيليات والحلفاء والبلانتين والعرق لمسهل .
- (١) لاحظ فقدان الكأس الظاهرة أو التوزيع .
 - (٢) جفاف اللقاح ورقة جزئياته .
 - (٣) اتساع سطح استقبال اللقاح من الميسم .
 - (٤) فقدان الرائحة والعسل .
- تج ١٦٣ : الحصى الأزهار الآتية التى تلقح بواسطة الحشرات :

الخشخاش والكرنب والبفسج والقرفل (Carnation) والبطيخ والقنول وأنواع البرسيم وغيرها من النباتات البقية والشليك والتفاح والكمثرى والبرقوق الحصبض وعباد الشمس والجزر الأبيض والجزر العادى وغيرها من النباتات الخيمية وأعمل لحصى عن هذه الأزهار في أحوال مختلفة من نموها ولاحظ :

- (١) هل هى بروتوجينية أو بروتندرية ؟

(٢) أين يفرز الرحيق ويودع؟ إذا كان هناك رحيق فقد يكون عند قاعدة الأسدية أو على تحت الزهرة أو المبيض أو في أجزاء من البتلات والسبلات مبنية خصيصا لذلك . وكثيرا ما تكون بالبتلات حواف وخيوط لونية متجهة صوب مستقر العسل في الزهرة فنلوح كأننا وجدت لتكون دليلا للحشرات الزائرة .

(٣) أين ما إذا كان هناك منزل خاص لوقوع الحشرات الزائرة عليه وحاول أن تعرف ما إذا كان الذي يمس أولا من الحشرات عند زيارتها هو الميسم أو المتوك .

(٤) راقب الحشرات وهي مشغولة بامتصاص العسل أو جمع اللقاح كلما سنحت لك الفرصة .

٦ — التزاغة التزاوجية (Sexual affinity)، التهجين (Hybridisation) والهجين (Hybrids) — لا يحدث اتحاد تزاوجي مخصب عفوا بين الخلية التوالدية الذكرية من حبة اللقاح وبين الخلية البيضية الموجودة داخل البيضة بل لابد من وجود ارتباط أو نزاعة تزاوجية بين الأبوين حتى يمكن الاتحاد خليتهما التوالديتين .

على أنه أن كان الاخصاب الذاتي ممكنا وكان بين بعض النباتات عملية طبيعية فإن التجارب تدل على أن لقاح الأزهار في كثير من الأحوال ليس له أثر مخصب في الخلايا البيضية من البيض الموجود في نفس الزهرة التي منها اللقاح أو في أزهار على النبات ذاته .

وفضلا عن ذلك فالعادة أن الاخصاب بين الخلايا التوالدية من النباتات المختلفة بعضها عن بعض اختلافا كبيرا كالكربن والبطاطس ، أو الخوخ واللفت لا يحدث مطلقا .

وقد يكون سبب قصور لقاح نبات ما عن اخصاب بيضيات نبات آخر في بعض الأحوال ناشئا عن عجز حبة اللقاح عن انماء أنابيب لقاحية من الطول بحيث تستطيع أن تصل من الميسم الى البيضيات الكائنة في جوف المبيض ، أو أن تقوم أنسجة القلم عائقا ميكانيكيا في سبيل سير الأنابيب

اللقاحية . على أنه يظهر في بعض الأحوال ان هناك سببا آخر غير مدرك يمنع المادة الحية المكونة للخلايا التوالدية من بعض النباتات من اخصاب بعضها بعضا . فاذا كان الارتباط بين الخليتين الذكرية والأنثوية قريبا جدا أو بعيدا جدا نقصت الخصوبة . ولا بد لانتاج أقوى ذرية مثمرة من أن تكون هناك درجة ما من التباعد بين الخلايا التوالدية التي يندمج بعضها في بعض .

ويحدث اخصب اتحاد تزاوجي كما سبق الذكر بين الخلايا التوالدية التي تنشأ في أفراد نباتات متباينة من نوع واحد .

فالذرية الحادثة من كل اخصاب خلط تنمو وتنتج عددا من البزور قادرة على انتاج ذرية لا تقل عنها قوة وبداية وقد وجد أن الأصناف والسلالات التي من نوع واحد ، وإن اختلفت اختلافا كبيرا كما بين البرى منها والمزروع ، يحدث اخصابها في العادة اخصابا خلطا بسهولة . وعليه فإن الأخصاب الخلط في أصناف مختلفة من القمح والشعير واللفت والتفاح والقرنفل والورد وغيرها من النباتات يؤدي الى انتاج ذرية . والذرية الحادثة من الاخصاب الخلط بين صنفين أو سلالتين من نوع واحد تسمى "سلالات خلط" (Cross breeds) أو "هجنا صنفية" (Variety-hybrids) والعادة أن يكون للهجين الصنفية الصفات الآتية :

(١) أن تكون أكثر ترعرا وأشد ضلابة من أبويها . وجذرها أكثر امتدادا أو انتشارا في العادة وفراخها وأوراقها كبيرة .

(٢) أن يكون نموها أسرع من أبيها . وتزهو مبكرة وتنتج أزهارا أكثر من أبيها عدا .

(٣) اذا كانت أزهار الأبوين غير متشابهين في اللون كانت أزهار الهجين الصنفى الناتج من خلط أخصابها محرزاً لونهما. وذلك أن تكون فيه بقع متفرقة لا مكسوا بلون خليط من لوني أبويه .

وكثيرا ما تكون الصفات الخاصة الأخرى الأبوية غير مختلطة في الذرية ويسمى الهجين الذى لا تختلط فيه صفات أبوية "هجيناً فسيفسياً" (Mosaic-hybrid) .

(٤) تكون قوة انتاج البزور قوية وبادرة ذريتها في العادة شديدة النمو وقد وجد في كثير من الأحوال أن لقاح زهرة بعينها لا يمكنه أن يلقح بيضة زهرة أخرى تخالفها مخالفة كبيرة ولكن ليس لدينا وسيلة نعين بها ما اذا كان من الممكن أن يحدث أخصاب خلط بين نوعين خاصين من النبات بنجاح بل لا بد لنا من معالجة ذلك بالاختبار الفعلى للبت في الأمر .

وهناك أمثلة كثيرة على حدوث أخصاب خلط بين أنواع مختلفة من النباتات كما يحرى بين الراسبرى (Raspberry) والبالاكبرى (Black Berry) وبين القمح والشوفان وبين أنواع مختلفة من الشليك (فراجارية) وأنواع شتى من الپلارجونيوم (Plargonium) والديانثس (Dianthus) والزرعس والفيولا (Viola) والجلادبولاس (Gladiolus) وكثير غيرها من النباتات الزهرية الزينية ويسمى الأخصاب الخلط الموجود بين أنواع متميزة من النباتات "تهجيناً" (Hybridisation) وتسمى ذرية هذا الاخلاط "بالهجين" (Hybrids) واذا كانت الأنواع المختلطة تتبع جنسا واحدا سميت الذرية أحيانا "هجنا نوعية" (Species-hybrids) تميزها عن الهجين الجنسية (Genus-hybrids) أو الهجين المزدوجة الجنس (Bigeneric-hybrids)

التي هي ذرية أنواع تابعة لأجناس مختلفة ولا يعرف من الأخصاب الخلط بين النباتات ما هو تابع لعشائر أو لفصائل متباينة إلا قليل وقد لا يوجد بته بل الهجين الجنسية لا توجد إلا نادرا بالقياس الى غيرها والعادة أن الأنواع القريبة بعضها من بعض هي التي يسهل تهجينها .

والظاهر أن هناك أنواعا من بعض الفصائل تميل بطبعها الى التهجين وأصدق ما يرى ذلك في الفصيلة المركبة والفصيلة لسوسنية (Iridaceae) والفصيلة (Scrophulariaceae) .

أما في الفصيلة الصليبية والبقليّة والخيمية فالهجين غير شائع . وتظهر على الهجين الناتج من أنواع متميزة من النباتات الصفات الآتية : (١) اذا كان الأبوان يختلفان بعضهما عن بعض اختلافا كبيرا كانت ذريتهما في العادة غضة صعبة التربية ولكن اذا كان الأبوان أقرب الى بعضهما نسبة كانت الذرية في الغالب أطول وأقوى وأشد ترعرا في أعضائها الخضريّة من أبويها .

(٢) الهجين، في كل الأحوال تقريبا أقل خصوبة من أبويه : آلاته التزاوجية ضعيفة بل يغلب أن تكون عقيمة عقما يستحيل معه تكوين البزور وقد لا يظهر عليه في بعض الأحوال الميل أو القوة لانتاج أزهار . فاما ما ينتج أزهارا وبزورا فالعادة أن تكون حبوب اللقاح فيه أصغر حجما وأقل عددا منها في أبويه وتكون البيضات غير كاملة التكوين كثيرا أو قليلا . والآلات الذكورية التوالدية أسرع الى التأثر بالضرر من الآلات الأنثوية .

(٣) العادة في البتلات والأجزاء الملونة من الزهرة أن تكون أكبر وأبقى منها في الأبوين . وأن يكون ازدواج الأزهار وغيره من التشوهات الباثولوجية أشيع في الهجين منها في أبويه .

(٤) في النسيلة الأولى الحادثة من بزور حاصلة من تلقيح أنواع متميزة تلقيحا خلطا تكون جميع الأفراد النباتية في أغلب الأحيان مماثلة بعضها لبعض وتشبه الأبوين كليهما . وتكون صفاتها من حيث صورة الجذر والساق والورقة والزهرة وحجمها جميعا حدا وسطا بين الأب والأم .

فأما أفراد الانسال الثانية أو ما بعدها أى الذرية التى تنشأ من التلقيح الذاتى أو التلقيح الخلط لأزهار الهجين فانها تختلف في صورتها وفي غير ذلك من الأمور اختلافا كبيرا . فهى لا تشبه بعضها بعضا كما تشابه أفراد النسيلة الأولى فقد يشبه بعض هذه الأفراد أمه مشابهة تامة وبعضها أباه وكثير منها تجتمع فيه صفات الأبوين متحدة الى درجات مختلفة . وفضلا عن ذلك فان كثيرا ما ترى في الانسال الهجينية التى تأتى بعدها ، صفات جديدة لا توجد في أى الأبوين .

(٥) يكون التهجين في العادة متناوبا وان لم يكن هذا دائما . فان كان لقاح النوع (ا) مثلا يؤثر في بيضات نوع آخر (ب) كان لقاح النوع (ب) في العادة يؤثر في بيضات النوع (ا) نفس تأثير ذلك .

وفي أغلب الأحيان لا يرى فرق في ذرية الأخلاط المتناوبة .

وقد لوحظ أيضا في أخلاط بعض الأنواع أن يشبه الهجين الناتج أحد النوعين أكثر من مشابهته الثانى دائما ولا عبرة بما اذا كان هذا النوع متخذاً أباً أو أما للخلط .

ويسهل اخلاط كل الهجين تقريبا بلقاح مأخوذ من أحد نوعى أبويه أكثر مما يؤخذ من أزهاره هو أو من أزهار هجين آخر أصله أصل المأخوذ له . وتسمى الذرية الحادثة من مثل هذا الاخلاط "هجينا مشتقة"

(Derivative-hybrids) وأغلب الهجين المشتقة حدود وسطية بين الأب والهجين والأصل فهى أكثر إثمارا من هذا الهجين . وبعضها يأتى من البزور أشبه بأبيه فاذا كانت هذه الهجين يلقح ثانيا من لقاح الأب نفسه فان الذرية الثالثة تشابه الأب ، الذى استمد منه اللقاح ، أكثر من سواه .

وبإعادة الاخلاط مع نفس الأب الى النسيلة الرابعة أو الخامسة يضع كل أثر للأب الثانى الأصل للهجين أو يصبح غير مدرك في ذريته ويمكن اخلاط الهجين الصادقة بأنواع أخرى تخالف الأبوين ويمكن اخلاط الذرية بنوع آخر يخالف لها مخالفة تامة وهذه الذرية تسمى "هجينا ثلاثية النوع" . (Trispecific-hybrids) بهذه الطريقة أمكن الحصول على نباتات اجتمعت فيها صفات ثلاثة أنواع أو أربعة أو أكثر . وذرية مثل هذه النباتات المختلطة شديدة الاختلاف بعضها عن بعض .

التلقيح الصناعى — طرق اخلاط النباتات : كثير من النباتات كالبطيخ والخوخ والطماطم والباذنجان التى لا تخرج أثمارا حتى تخصب البيضات يجب أن تلقح تلقيحا خلطا صناعيا اذا زرعت في صوبة من الزجاج وأجبرت على الازهار في أوائل الربيع أو في أى أوان آخر من السنة لانكون فيه الحشرات الملقحة كثيرة .

تجرى العملية بنقل اللقاح الى مياسم الأزهار بواسطة فرشاة من صوف الجمل أوريشة من حشيشة الباميس (Pampas Grass) أو بقطعة من ذنب الأرنب مربوطة بعصى صغيرة .

وفي الطماطم والخوخ وغيرهما من النباتات ذات الازهار متحدة الجنس قد يكفي مجرد هن النباتات لتوزيع اللقاح توزيعا صالحا ولكن خير طريقة للتلقيح

الخوخ والبطيخ أن يجمع اللقاح من المتوك بواسطة فرشاة من صوف الجمل ووضع الفرشاة وهى ممتلئة من اللقاح على مياسم الازهار ويحسن لتلقيح الطماطم أن يهز شئ من اللقاح من كثير من الأزهار ويجمع في زجاجة غطاء الساعة أو ملعقة ثم تغمس مياسم الأزهار المراد تلقيحها في ذلك .

وفي البطيخ حيث تكون الأزهار مستقلة الجنس تقتطف الازهار السداتية أحيانا من النبات وبعد طى التويج الى الوراء يسمح المتك المكشوف على مياسم الازهار القربلية المقصود تلقيحها أو توضع زهرة مذكرة في تويج الزهرة وتترك كذلك ولا شك أنه لا بد في هذه الأحوال وغيرها من أن تكون المتوك في حالة انفقاح (أى انفتاح) حتى تكون حبوب اللقاح مستوفاة للنمو سهلة الانحراج ويجب أن تكون المياسم في حالة استقبال .

وإذا أريد اخلاط أو تهجين صنفين أو نوعين خاصين من النباتات وجب أن يشرح في ذلك باحتراس أكثر مما يستوجب ذلك فتتخب لهذه العملية زهرة أو أكثر مما يوجد على النبات الذى يتخذ أما أو حاملا للبزور ويمنع أن يصل الى مياسمها أى نوع من اللقاح إلا ما كان من النبات الذى يراد أن يتخذ أباً ولا بد قبل محاولة اخلاط نباتين من درس بنية ازهارها من حيث عدد آلاتها التزاوجية وموضعها وتعرف ذلك تعرفاً صحيحاً ، وتبين ما اذا كانت هذه الأزهار بروتندرية أو بروتوجينية . وفضلا عن ذلك فانه يجب معرفة مظهر المياسم عند ما تنبها لتقبل اللقاح وكذا طريقة انفقاح (انفتاح) المتوك وأوانه عند ما يبلغ اللقاح . فان لهذا كله فائدة عظيمة .

وإذا كانت سطوح استقبال اللقاح من المياسم بالغة كانت رطبة أو لزجة وفي بعض الأحوال تنضخ وتظهر خشنة الملمس ومغطاة بنتوء صغيرة اذا

هى نظرت بعدسة . وإذا كانت المياسم ثنائية الفصوص كان النصفان اللذان يكونان إذ ذاك غير ناضجين ملاصقا بعضهما لبعض فإذا بلغا افترقا والتوى كل منهما الى الخارج .

وتفصيل طريقة الأخصاب الخلط الفعلية تختلف باختلاف بناء الأزهار التى يراد اجراء العملية عليها وتوقف على نظامها وكذا على ذوق من يجرى العملية ورأيه الى حد ما . والطريقة الآتية تؤدى الى نتائج محققة مرضية :

(١) انتخب أولا الزهرة التى يراد أن تكون حاملة للبزور ويجب أن يحصل هذا الانتخاب قبل أن تفتتح الزهرة وقبل أن تكون متوكها على حالة من البلوغ تسمح لها بنثر لقاحها وإلا فقد يكون التلقيح الدائق أو الخلط بواسطة الريج أو الحشرات قد حصل .

وإذا كانت الأزهار عديدة ومتلاصقة كما هو الحال في أزهار التفاح والقمح وجب أن تحاط منها واحدة أو اثنتان فقط فأما الباقي فيزال حتى يكون لدى الزهرة المخاطة فرصة للنمو والتكشف أنسب لها .

(٢) افتح الزهرة وأزل الأسدية باحتراس بواسطة جفت دقيق الأطراف وذلك بأن يقبض على كل سداة من خيطها حتى لا تهرس المتك فتعرض لقاحها للانتشار وإذا كانت الأسدية فوق البتلات حسن قطع الكأس والتويج والأسدية بمقص دقيق وإياك أن تمس قلم الخدر أو ميسمه أو تؤذيه . وبعد عملية الحب هذه أو ازالة الآلات التزاوجية المذكرة ، يجب حبس الزهرة أو الفرخ الحامل لها في كيس من الورق يربط عند فمه حتى يمنع دخول الحشرات اليها ويحول دون التلقيح الريجى . ثم يترك الميسم حتى يبلغ وذلك يستغرق في العادة يومين أو ثلاثة تبعا لسن الزهرة عند جها .

(٣) اذا كان الميسم منتهيًا للقاح فأزل بعض أسدية بالغة من أزهار النبات المأخوذ أبا للخلط المقصود وبعده رس المتك بلطف على ظفر الأصبع بقصد اطلاق حبوب اللقاح انقلها بواسطة جفت الى الميسم . وللتأكد من دقة هذه العملية يجب أن تكون الزهرة التى أخذ منها اللقاح قد أودعت كيسا من الورق كما سبق الوصف وسمح لها بالانفجاح فيه .

فأما اذا أهمل هذا الاحتياط وأخذت الأسدية حيثما اتفق من أزهار متفتحة على الأب فلا يمكن أن يتأكد من حدوث الخلط المقصود إذ ربما كان قد وصل إليها لقاح غريب بواسطة الريح أو الحشرات .

(٤) ويجب بعد حدوث التلقيح أن تحبس الزهرة ثانيا في كيس من الورق وتحفظ فيه حتى يتم إخصاب البزور وتبدأ الثمرة في النمو عندئذ يمكن إزالة الكيس والترخيص للثمرة والبزور بالنضج كالعتاد . ويجب فى الأثمار التى كالنفاخ والكثيرى أن تحبى الثمرة الرخوة أثناء النضج بواسطة كيس من الشاش أو ما مائل ذلك .

ملحق للفصل الثانى والعشرين

قوانين الوراثة المندلية

(MENDALIAN LAWS OF INHERITANCE.)

١ — اتجهت الأنظار منذ سنة ١٩٠٠ الى القيام بتجارب عن خصال المهاجين أى الأخلاط المستولدة من أصناف من النباتات وعن خصال ذراريتها وقد اهتمدى جريجور جوهان مندل (Gregor Johann Mendel) الى عدة ملاحظات مهمة فى ألمانيا حوالى سنة ١٨٦٦ ولكن نتائج أعماله المنشورة وقوانينه فى الوراثة المشتقة من هذه الأعمال لم يلتفت إليها حتى سنة ١٩٠٠ حين اكتشف دافريز الهولاندى وكورانس الألمانى وتشيرماك النمساوى حقائق فى هذا الصدد تشبه ما توصل اليه "مندل" .

وقد كان معظم اشتغال "مندل" بالبازلاء العادية فاخلط عدة أصناف يختلف بعضها عن بعض فى خصلة بسيطة أو فى زوج من الخصال ومن تجاربه أنه أخلط صنفًا من البازلاء بزرته مدورة ناعمة بصنف آخر بزرته مكشدة مفرضة فوجد أن ذريتهما تركبت من نباتات لم تحمل إلا بزورا مدورة ناعمة فأما خصلة التكرش التى فى نبات الأب المخلط فلم تر فى الهجين الناتج . وقد سمى الخصلة التى ظهرت فى ذرية الخلط الأول "سائدة" (Dominant) وأما الخصلة التى لم تظهر فسموها "متنحية" (Recessive) والبزور الناشئة من إخصاب أزهار الهجين المدور البزور إخصابا ذاتيا لم تنتج بازلاء مدورة البزور فقط بل أنتجت نباتات مكشدة البزور أيضا .

وقد وجد أن عدد البزور التى ظهرت عليها خصلة الاستدارة السائدة كان ثلاثة أمثال البزور التى بدت عليها خصلة التكرش المتنحية .

٢ - أما أن في خصال النباتات ما يسود على غيرها إذا أخلطت فقد كان معروفا قبل عهد "مندل" كما أنه كان يعرف أن في نسيلة أو ذرية الأخلاط المتأخرة ما يحصل منه على أفراد تحمل من خصال الأب ما لم يكن ظاهرا في النسيلة الأولى ولكن متوسط نسبة عدد كل منها إلى الآخر لم يلاحظ من قبل .

وأهمية عمل "مندل" هي في شرحه للحقائق التي قدمها .

فقد قدم لنا نظرية فرضية مؤداها أنه إذا وجدت خصلتان تخرج احدهما الأخرى أو تعارضها كانت في كل خلية من خلايا الهجين التوالدية أى الجسيطة سواء كانت مذكرة أو أنثى تحمل خصلة واحدة فقط لا الخصلتين معا . أى أن كل جسيطة فردية من هجين إما أن تحمل الخصلة السائدة من الأباء الأصليين وإما أن تحمل المتنحية لا كليهما .

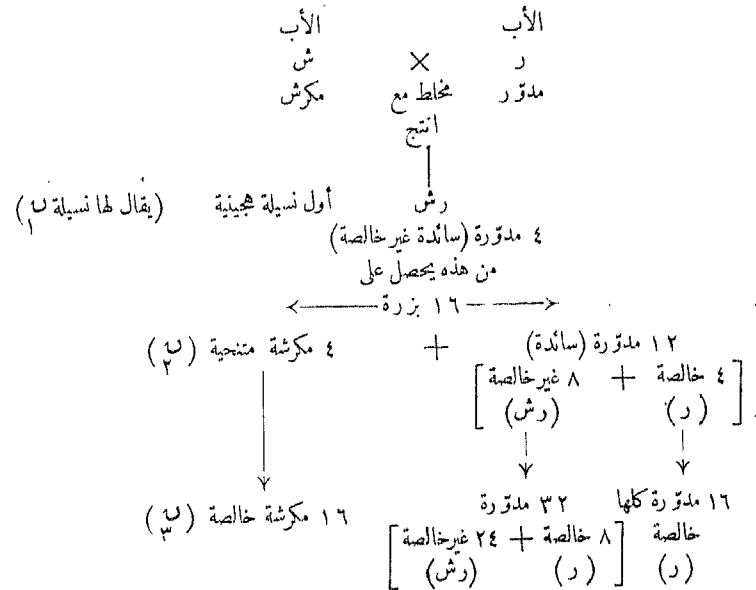
والنبات الهجين الناتج من اتحاد خليتين توالديتين احدهما من بازلاء بزورها مدورة والأخرى من ذات بزور مكرشة يشتمل على كل من هاتين الخصلتين وإن لم تكونا فيه ظاهرتين أما خلاياه التوالدية فلا تحمل إلا خصلة الاستدارة أو صفة التكرش في حالة خالصه ، وعليه فخبوبه اللقاحية وبيضاته أو النوى التناسلي فيها إما أن تكون من المدور الخالص أو المكرش الخالص وفضلا عن ذلك فإن "مندل" فرض أن عدد الخلايا الذكورية (والخلايا الأنثوية) التي تحمل خصلة الاستدارة هو في المتوسط يساوى عدد الخلايا الحاملة لخصلة التكرش .

وعلى هذه الفروض يمكن فهم نتيجة الاتحاد إذا لم يسمح بالاخصاب الذاتي ، مما يأتى :

واستمر "مندل" في توليد نباتات من هذه البزور عدة أنسال فوجد أن البزور المكرشة أنتجت ذرية تشبهها وكانت من حيث الخصلة المتنحية خالصة كالأب الأصل ولم تخرج بزورا مدورة مطلقا .

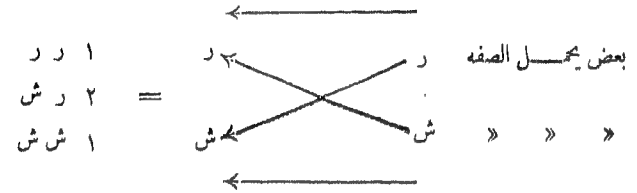
أما البزور المدورة فكان مسلكها مختلفا عن تلك . وذلك أن بذرة من ثلاثة منها أنتجت ذرية تشبهها . وكانت خالصة من حيث الخصلة السائدة ولكن اثنين من البزور المدورة في كل ثلاثة منها أنتجت ذرية حملت بزورا مدورة وبزورا مكرشة وكانتا هجينتا كالأخلط الأول وكانت نسبة البزور المدورة إلى المكرشة منها التي أنتجت هذه البزور ٣ إلى ١

وإذا فرضنا أن كل نبات ينتج ٤ بزور مثلا كان الجدول الآتى يبين نسبة كل نوع ناتج في ثلاثة أنسال متوالية :



نبات هجين ناتج من أخلاط أ ب يحمل بزورا مدورة (ر) بأب يحمل بزورا مكشوة (ش) يحوز :

جملطات مذكرة جملطات مؤنثة



لكل جمطية مذكرة تحمل خصلة (ر) الاستدارة فرصة ملافاة جمطية تحمل ر أو س . فإذا قابلت (ر) أنتج النبات بزورا مستديرة وكانت تامة النقاء (رر) بالنسبة لخصلة الاستدارة أما إذا قابلت جمطية تحمل ش كان النبات الناتج هجينا لا ينتج شبهه .

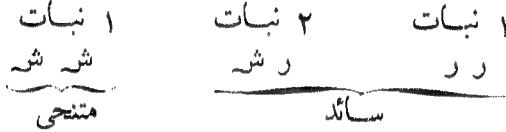
وعلى ذلك نرى أنه في المتوسط يتكون من الجملطات المذكرة التي تحمل صفة الاستدارة والتي تتحد اعتسافا مع الجملطات المؤنثة الموجودة ما يأتي :

نباتات رر خالصة
» رش هجينة
بنسبة ١ ر الى ١ ر ش

وكذلك نحصل من الجملطات المذكرة المحرزة لخصلة التكرش (س) ما يأتي :

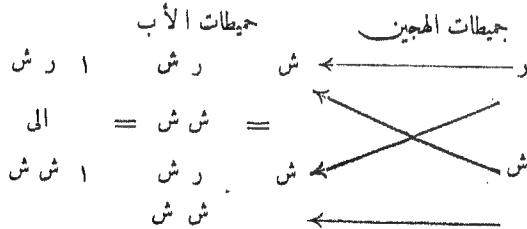
نباتات سر خالصة
» رش هجينة
بنسبة ١ ش الى ١ ر ش

فاذا كان اتحاد الجملطات اتحادا معتسفا فيه وكان عدد الخلايا التزاوجية المذكورة والمؤنثة التي تحمل كل منها خصلة ر أو ش وحدها واحدا جاءت هذه النتيجة النسبية :



وبما أن خصلة الاستدارة هي السائدة على خصلة التكرش فان النباتات الهجينية غير الخالصة تلوح مثل النباتات الخالصة (رر) وعلى ذلك تكون نسبة النباتات التي تظهر خصلة الاستدارة السائدة الى النباتات التي تظهر خصلة التكرش المتنحية ٣ الى ١ وهذا ما وجد "مندل" في تجاربه أنه الواقع .

فلما أخلط الهجين بالأب الحامل لخصلة التكرش بدلا من اخصابه اخصابا ذاتيا كانت الذرية مكونة من بازلاء بعض بزورها مدور وبعضها مكش بنسبة واحدة وهو ما يترتب أيضا على نظرية "مندل" .



وأخلط "مندل" كذلك بازلاء تختلف في خصال أخرى كثيرة وحصل على نتائج تشابه ما سبق وصفه فمثلا أنه أخلط بازلاء ذات فلقات صفراء بأصناف ذات فلقات خضراء فوجد أن الأصفر سائد ولكن حدث انفصال في النسيطة الثانية فظهرت بازلاء فلقاتها خضراء بنسبة برة مخضرة الفلقتين الى ثلاث بزور مصفرة الفلقتين .

بعد معالجة "مندل" نباتات من البازلاء تختلف في زوج من الخصال عمداً إلى أخلط أصناف منها فيها زوجان من الأليومورفات وعين توزع الملامح الأبوية في الذرية .

إذا اختلطت بازلاء مدورة ذات فلقات خضراء بأخرى ذات تكرش وفلقات صفراء كان عندنا زوجان من الأليومورفات ؛ (١) زوج مدور ومكشر و (٢) زوج أخضر وأصفر .

(١) البزور المدورة تسود على البزور المكشوة

(٢) الفلقات الصفراء » » الفلقات الخضراء

هنا يرى أن الخلط الأول أى النسيلة (١) يشتمل على بازلاء صفراء مستديرة فقط .

وبحدوث الاخصاب الذاتى يحصل على النسيلة (٢) . وهذه النسيلة تعطى أربعة أصناف من البازلاء هى :

(١) مدور أصفر (٣) مكشر أصفر

(٢) » أخضر (٤) » أخضر

على النسبة الآتية :

٩ : ٣ : ٣ : ١

مدورة صفراء مدورة خضراء مكشوة صفراء مكشوة خضراء

واشان من هذه الأصناف يشبهان أباهما الأصيل في المظهر . وفضلا عن ذلك فقد حصل على صنفين جديدين من البازلاء أحدهما أخضر مكشر وثانيهما مدور أصفر .

٣ — الخصال التى يخرج بعضها بعضاً أو يناقضه كالاستدارة والتكشر في البازلاء تسمى "زوجاً من الأليومورفات" (Allelomorphs) .

والنبات أو الحيوان الذى ينشأ من اتحاد خليتين توالديتين مختلفتين يسمى "زيجوتا" (Zygote) أحيانا .

ويسمى النبات الذى ينشأ من اخصاب خليتين تزاوجيتين تهماان اليلومورفات شبه بعضها هو "موزيجوتا" (Homozygote) أى متشابه (رر مثلاً) .

فأما إذا كانت الخصال الاليلومورفية متضادة فيسمى النبات الناتج "هيتروزيجوتا أى غير متشابه" (Heterozygoe) مثل (رش) .

٤ — هذا وقد وجد بالتجارب أن ما يأتى يملك مسلك الأزواج الاليلومورفية من الخصال .

متنحية	سائدة	في
عادة التقصر	زيادة الاستطالة	البازلاء
اخضرار الفلقة	اصفرار الفلقة	
ايضاض الجلد	اسمرار الجلد	
تكشر البزور	استدارة البزور	
وجود السفا (Awans)	غياب السفا	القمح
نعمية الأتب (Chaff)	خشونة الأتب	
ايضاض الأتب	احمرار الأتب	
سكرة الاندوسبرم	نشوية الاندوسبرم	
النعمية	الشعرية	الذرة
بتلات مفصصة	بتلات كاملة	البشنس (Lychnis)
		الكليدونوم مايجوس (Chelidonium Majus)
قصر القلم	استطالة القلم	الأونورا (Enothera)
استدارة حبوب اللقاح	بيضية حبوب اللقاح	الجلبان
الازهار البيضاء	الازهار الملونة	كثير من النباتات

وترى الاتحادات الممكنة في الجدول الآتي :

جملات مذكرة

ش خ	ش ص	ر خ	ر ص	حیطات
ش خ ر ص	ش ص ر ص	ر خ ر ص	ر ص ر ص	مؤنثة ر ص
ش خ ر خ	ش ص ر خ	ر خ ر خ	ر ص ر خ	ر خ
ش خ ش ص	ش ص ش ص	ر خ ش ص	ر خ ش ص	ش ص
ش خ ش خ	ش ص ش خ	ر خ ش خ	ر ص ش خ	ش خ

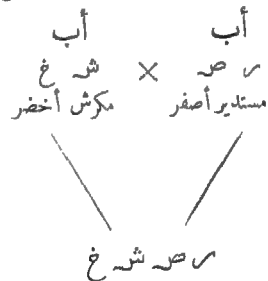
(١) فالمرقم (١) الذى يحدث فيه ص يكون كل أفرادها سواء فى المظهر . أى بازلاء مدورة صفراء اذ الاستدارة والصفرة خصلتان سائدتان ويوجد من هذا الفريق تسعة .

(۲) ثلاثة مرقمة (۲) هي مرخ مرخ و شـ خ مرخ و مرخ شـ خ
تكون بازلآ مدورة خضراء إذ أن المدور سائد على المكش و ص غائب.

(۳) ثلاثة مرقمة (۳) هي شـ صـ وـ شـ خـ صـ وـ شـ
صـ شـ خـ وـ تكون بازلاء مكشدة صفراء . إذ أن الاستدارة غائبة والصفرة
سائدة على الخضرة .

(٤) واحد مرقم (٤) هو شـ شـ خ يكون بازلاء مكشوة خضراء والبازلاء الخضراء المكشوة هي صنف جديد اذا زرع أنتج شبه اذا أخصب اخصبا ذاتا وذلك لفقدان الصفرة منه والاستدارة .

وإذا رجعنا الى نظرية "مندل" الفردية كانت هذه النتيجة من حيث لون
البرور ونسبة أحد النوعين الى الآخر كما يتبين لك من هذا الرسم .



أى بازلاء صفراء مدورة مادامت الاستدارة والصفرة تسودان على التكرش والخضرة على التناظر فتكون جميعات الهجين كما يأتى :

ذکر	انثی
ص	ص
غ	غ
ش	ش
ش	غ

وللحجيات المذكورة
مرصه فرض متساوية من مقابلة مرصه أو مرصخ
شه صه أو شه خ .

وكذلك
 م ر خ فرص متساوية من مقابلة م ر ص أو م ر خ
 ش م أو ش م ر خ .

وكذلك
 شـ خ فرص متساوية من مقابلة صـ أو صـ خ
 شـ صـ أو شـ خ .

و كذلك
 شـ خ فرص متساوية من مقابلة مر صـ أو مر خ
 شـ صـ أو شـ خ .

وأحد الثلاث البزور المكشوة الصفراء شـ صـ شـ صـ ينتج شبهه
 « » « المستديرة الخضراء سـ خـ سـ خـ »
 فأما الباقي فغير خالص أى هو هجين بالنظر الى زوج البيلومورفى أو آخر غيره .
 وعليه ينفصل عند حصول الاخصاب الذاتى فى طرائق شتى .

يرى من المثل المضروب أن بعضا من الخصال الموجودة فى صنفين
 منفصلين من النباتات يمكن اتحادهما فى صنف واحد وليس هذا المثل وحيدا
 فى بابه فقد حصل على كثير غيره بالتجربة .

٦ — ان رأى المنسلى القائل بوجود خصال وحدية متميزة بعضها عن
 بعض قادرة على أن تورث مستقلة بعضها عن بعض قد حقق ما نعلم عن طبيعة
 الوراثة وعن بنية السلالات الخالصة والمهاجن أو الأخطا .
 فالفرد الذى من سلالة خالصة هو مانسأ من اتحاد خلية مذكرة بأخرى
 مؤنثة تشتمل كل منهما على عناصر أى خصال مماثلة لما فى الأخرى . أما
 الهجين أو الخلط فهو مانسأ من خلايا تزاوجية تحمل عناصر البيلومورفية متباينة
 وقد يكون النبات خالصا بالنسبة لخصلة واحدة على أنه يكون خلطا بالنسبة
 لخصلة أخرى .

هذه النظرية الفرضية نظرية تميز الخصال الوراثية تساعد جهود مربى
 النباتات مساعدة كبرى من حيث أنها تدل على السبيل التى ينبغى أن يسير فيها
 الاخطا لاحداث الاتحاد المرغوب فى نبات واحد ، من خصال لا توجد
 إلا فى أصناف متفرقة وتجعل الانتخاب المربى لما يريد من بين ذرية الاخطا ،
 للحصول على النتيجة المرغوبة ، أبسط وأقوم من ذى قبل .

٧ — وقد عرف من زمان طويل بين المهجين أن بعض الأصناف
 المخلطة من النباتات التى تبدو عليها خصال تخالف الأب أو الأم لا يمكن

تثبيتها فإذا أخصبت بعد ذلك اخصابا ذاتيا لم تر اخصلة الجديدة فى الذرية
 كلها بل يوجد كثير من الأفراد الشاردة (Rogue) التى يجب اقتلاعها . أما
 الضرب الجديد فقد ظهر أنه لا يمكن تثبيته بأى مجهود من الانتخاب أو
 الأخصاب الآتى .

هذه الاشكال الهجينية فى العادة زيجوتات غير متشابهة ولا بد لها تبعا
 لنظرية "مندل" من أن تنقسم الى ٢٥ فى المائة من صنف الأب و ٢٥ من
 صنف الأم أما الخمسون الباقية فتبقى هجنا .

والمندلية كذلك تفسر كثيرا من أشكال الرجعى (Reversion) .
 بعض الأفراد الراجعة التى تظهر بين ما يظن أنه عترة (Stock) فيما يقال
 خالصة منتخبة ليست إلا متنحيات لم تنح لها فرصة الظهور مطلقا . قد يكون
 أغلب العترة المنتخبة المذكورة خالصة حسب رأى "مندل" ولكن اذا كان
 بعضها غير خالص ولم يشتمل على الخصلة المنتخبة فان هذه الخصلة لا ترى
 إلا عند حدوث الاخطا بين أفراد محزنة نفس الخصلة المنتخبة وقد تكون
 الفرص الملائمة لهذا الظهور بعيدة جدا نظرا لكثرة عدد الأفراد الخالصة
 التى اختلطت بها أفراد غير خالصة .

مثل هذه الأفراد الراجعة جديرة أن تنتج شبهها اذا هى أخلطت بعضها
 ببعض أو أخصبت اخصابا ذاتيا وهذا ما يحدث أحيانا .

وهناك أنواع أخرى من الرجعى لا تنتج شبهها فيما بينها فى النسيلة الأولى
 (١) ولكنها بالرغم من ذلك تحدث مقدارا صغيرا بالنسبة المتوالية ينتج شبهه
 بالنسبة للمصفة الرجعية فى النسيلة الثانية (٢) وعلى ذلك فلا يمكن أن تكون
 ذات طبيعة زيجوتية غير متشابهة وترى هذه الأحوال فيما يسمى "الرجعى
 بالاخطا" ويمكن تفسيرها على الطريقة المندلية ولكن اذا أريد التوسع فى
 دراستها فلا بد من الرجوع الى المطولات التى لا تزال تكتب عن هذا الموضوع .

الفصل الثالث والعشرون

النباتات المزروعة وأصلها — تربية النباتات

١ — لم يزل الانسان من قديم الأزل يستمد كثيرا مما يقوم بأوده من عالم النباتات . فانه لما كان على الفطرة كان يسعى في مناكب الأرض يغتذى بجدور كثير من أنواع النباتات الوحشية وسوقها وأوراقها وثمارها وبزورها كما يفعل أحط المتوحشين في زماننا هذا . فلما استقر به المقام وزاد تعدد أفراده بدت له الحاجة الى انتخاب ما كان من النباتات ملائما له نافعا وزرعه بالقرب من محلته حتى يكون له مورد مضمون دائم من الغذاء . ولكنا لا ندري من البادى في ذلك ولا في أى عهد من عهود تاريخ الجنس البشرى كان هذا الانتخاب ولا أول زرع لمختلف النباتات الوحشية التي جاءت منها أهم نباتاتنا الغذائية . وقد دلت أبحاث دى كاندول (De Candolle) وغيره أن أغلب خضراواتنا الشائعة وفواكهنا وغلاننا كانت في مجرى الزرع أبد عدة مئات من السنين وفي بعض الأحوال عدة ألوف تنوعت في أثنائها تنوعا كبيرا .

اجل ، إن الوحشى من أنواع الحنطة والذرة والبقول العريض وقليل غيرها مما جاءت منه الأنواع الحديثة غير معروف . ولكن الصورة الأولى من مختلف النباتات الحقلية والبستانية ممكن معرفتها معرفة أكيدة أو شبيهة بذلك فانه عند مقارنة الأنواع المزروعة بالأنواع الوحشية يلاحظ أن الأولى تختلف عن الثانية في أنها أشمل لمظاهر الترقى وفي تحسن طعم تلك الأجزاء التي من أجلها زرعت نباتاتها . فأما الأجزاء الباقية فتكون على حالها تقريبا في نوعها

الوحشى والمربى كالتفاح والكثيرى والبرقوق والشليك وغيرها من النباتات التي تزرع طلبا لثمارها فانك لتجد أن أزهارها وسوقها وأوراقها مشابهة لأمثالها في الوحشى منها ولكن ما أشد ما بين أثمارها من الاختلاف .

فأما في أحوال النباتات التي تزرع طمعا في جدورها فقط ، فانك لا تجد أكثر مظاهر الشرود عن الأصل الوحشى إلا في الجذر ، ويمكن مشاهدة ذلك بمقارنة الجذور والسوق والأوراق والأزهار من نبات الجذر الوحشى بالجذر المربى بالزراعة .

يلاحظ أن للصفات الخاصة التي تميز النباتات المزروعة عن النباتات الوحشية علاقة بازدياد نفعها لبنى الانسان وأن الانسان هو الذى عمل على احداث هذه التنوعات النافعة . ولولا عناية الفلاح ودوام التفاته لاختفت هذه الأصناف المرقاة .

وفضلا عن العناية بابقاء الأنواع المزروعة عند ما بلغت من الكمال فان هناك مساعي مستمرة لتنويعها وتحسينها . فالأصناف القديمة مأخوذ في تغييرها حتى تزداد غلة أجزائها النافعة أو يتحسن لونها أو حجمها أو صورتها أو طعمها أو أوان نضجها أو قدرتها على الاحتفاظ بصفاتها أو صلابتها . فأما الطرق التي تحدث بها تلك التحسنات فمشرحة فيما يلي من فقرات هذا الفصل .

٢ — الأصناف البرعمية أو النوانج (Sports)

إن البراعم الموجودة على نبات واحد يشبه بعضها بعضا تشابها كبيرا حتى لتتكشف جميعها عن فراخ قريبة الشبه بعضها من بعض من حيث لون سوقها وصورتها وأوراقها وأثمارها . على أنه يلاحظ في المعمرة من نباتات الحقل والبستان أحيانا أن من البراعم الموجودة على بعض النباتات

ما ينمو ويكون فراخا تختلف عن الفراخ الناشئة من البراعم الأخرى الموجودة على نفس النبات اختلافا كبيرا. كما يحدث فى الخوخ اذ يرى أن بعض براعمه تتكشف عن فراخ لاتحمل خوفا بل صنفا آخر يسمى بالانكليزية "نكتارين" (Nectarine). وكذا الأسر فى البرقوق الذى ينتج فى العادة اثمارا أرجوانية فقد وجد أنه ينتج فراخا يحمل برقوقا أصفر يختلف فى صفته عن أى نوع آخر معروف اختلافا كبيرا.

هذا التصنيف الفجائى العظيم يسمى "التصنيف البرعمى" (Bud-Variation) أو "النبوغ" (Sporting) وأكثر ما يصادف هذا النبوغ فى تلك الأنواع من النباتات المعمرة التى كانت فى مجرى الزراعة مددا طويلة جدا وأندر ما يكون بين النباتات الحولية ويكون غير عادى فى المعمرات التى كان ادخالها ضمن مزروعات البساتين حديثا.

وقليل جدا من النوايع (Sports) ممكن تكثيره بواسطة البزور ولكن لا بد على كل حال من نقلها بعد ذلك من الأب. وتكثر بالتخضير أى بواسطة العقل والتركيد أو بواسطة البرعمة والتطعيم.

وكثير من أمثلة الأصناف الجديدة المستحدثة بالتصنيف البرعمى يشاهد بين أزهار البساتين كالورود وأنواع القرنفل والكريز تيموم والبلارجونيوم والخزامى.

وبهذه الطريقة نشأت كل أشكال الصفصاف وغيرها من الأشجار والشجيرات.

والبطاطس بين المغلات الحقلية خاضع للتصنيف البرعمى ولكن حدوث ذلك نادر جدا. فقد وجد أن من أصنافه التى تحمل درنات أرجوانية الجلدة

ما ينتج درنات فردية بيضاء بين الدرنات ذات اللون العادى وكم رؤيت درنات أرجوانية الجلدة عليها عين بيضاء أو أكثر، اذا قطعت وكثرت نمت الى نباتات لا تحمل إلا درنات بيضاء.

٣ - التصنيف بين النباتات البادريّة .

(١) النوايع البزريّة (Seminal Sports). انتخاب الأصناف وتثبيتها: من أهم خواص الأشياء الحية فى كل أنواعها قابلية التخالّف فى ذريتها الحادثة بالتزاوج فبزور الفول مثلا تنتج نباتات فول دائما وحبوب القمح تولد نباتاته ولكن ليس فى هذين النوعين ولا فى غيرهما بادرتان متشابهتان كل المشابهة من كل الوجوه. فقد يكون التخالّف مورفولوجيا فقط أى أنه ربما كان تغيرا فى شكل الورقة أو الساق أو غيرهما من أجزاء النباتات أو فى حجمها. وقد تختلف الأفراد اختلافا فسيولوجيا عن أبويهما أو تختلف بعضها عن بعض. مثال ذلك: أنك تجد بين بوادر البطاطس اختلافا فى قدرتها على تكوين النشا واختزانه وفى إمكانها مقاومة الصقيع واصابات الحشرات والفطر الطفيلية. ان الفروق بين الآباء وذريتها فى النباتات الوحشية هى فى العادة ضئيلة جدا ولكن مقدار الاختلاف الذى يرى فى بادرات عديدة من النباتات المزروعة يكون أحيانا عظيما جدا.

والباردة التى تختلف اختلافا محسوسا جدا عن أمها فى بعض خصائصها المورفولوجية أو الفيسيولوجية تسمى "النوايع البزريّة" (Seminal Sport).

على أنه ان كان كثير من النوايع البزريّة يختلف اختلافا عظيما عن الأصل الأبوى الذى حصل عليها منه فلا يترتب على ذلك أن هذه الأصناف هى بالضرورة تحسنات على الآباء، فان أغلبها مجرد عجائب أو أصناف أحط

من أباؤها المخطاطا بينما ليست لها قيمة جوهرية في نظر الفلاح أو البستاني ، على أن منها ما يحرز صفات من الجودة والبيان بحيث تجعلها جذيرة بالزراعة .

ولعل هذا الصنف الأخير هو الشائع بين النباتات الزهرية الزينية حيث يكون كل تصنيف جديد في لون الأوراق أو الأزهار كافيا لجعل النبات جذابا .

ويؤدى البحث الدقيق في أصل الكثير من أصناف التفاح والكثيرى وغيرهما من الفسواكه الى أن أكثرها نوابع بزرية مستنتجة من بزور زرعت عرضا في الغابات والحقول بواسطة الطيور أو انزرت من تلقاء نفسها في البساتين وقد لفتت هذه الأشياء نظر بعضهم ممن عنى بالبحث في الأصناف الجديرة بالاستغلال والزرع .

وكثير من الأصناف الحديثة من الفواكه نشأت كنوابع بزرية من بديات أو عججات (Pips) أو بزور انتخبت عفوا ، ويندر أن يأتى أحدها مطردا من بذرة فان الصفات الخاصة التي تبدو عليها ليست وراثية . مثال ذلك : بزور برتقان كوكس (Cox's orange) أو تفاح "ورستربرين" (Worcester Pearmain) فانها اذا زرعت لا تنتج أشجارا تحمل تفاحا من هذين النوعين ، ولا بزور مختلف أصناف الورد والقرنفل (إلا في أحوال نادرة) تنتج نباتات تحمل أزهارا مشابهة لأباؤها . ولكن كون صفاتها لا تنتقل الى ذريات بادرية لا يمنع نفعها إذ يمكن تكثيرها خضريا بسهولة كما هو الحال في النوابع البرعمية من النباتات المعمرة .

والنوابع البزرية ليست نادرة في النباتات الحولية ، ولكن لا بد في مثل هذه الأحوال أن تكون صفاتها الخاصة وراثية اذ لا توجد طريقة عملية صالحة لتكثير هذه النباتات إلا بواسطة البزور . وهناك أمثلة عديدة على الحوليات

التي تنتقل منها الصفات الجديدة التي تلبستها الى كل نباتات بطونها التالية بغير حدوث تنوع أو تغير مادى فيها .

وتكاد الغلال الجيدة تكون كلها نوابع بزرية من الفريق الذى اكتشف أصله على جافة طريق أو وجد ناميا بين نباتات محصول عادى . وقد كان للمستتر "باتريك شريف" (Patrick Sheriff) الايكوسى الذى أدخل كثيرا من جيد أصناف الغلال في السوق عادة البحث في حقوله الخطية والشوفانية بحثا منظما عن نباتات تبدو عليها خصائص جديدة متميزة في حبوبها وقشها ، وهو وإن كان قد حاول احداث أصناف جديدة بواسطة الأخطاط وتكرار الانتخاب كما سيمر بك ، فانه يظهر أن خير ما أدخله انما جاء من النوابع البزرية التي اكتشفها في حقوله بكل ما كانت عليه يومئذ من الصفات العالية الفطرية والقابلة للانتقال الى ذريتها بغير تغير .

أما زرع عدد كبير من البزور المنتخبة حيثما اتفق من بزور التفاح والكثيرى وغيرهما من النباتات المرباة بالزراعة على أمل الحصول على صنف قيم يسدر بغثة فهو شئ أشبه بلعبة من ألعاب الصدفة التي يعترض فيها اللاعب شئ كثير من سوء البخت ولكن اتباع هذه الطريقة أدى غير مرة الى نتائج طيبة . فان أحد أصناف البطاطس الجيدة المحدثه وهو الصنف المعروف باسم "مجنوم بونام" (Magnum Bonum) قد حصل عليه المستر جيمس كلارك اذ وجده بين حوض من البوادر المشتقة من مقدار من البطاطس المنتخبة حيثما اتفق وكذلك كثير من الأصناف النافعة والزينية من النباتات المزروعة فقد كان منشأها انتخاب أمهاتها عفوا فاذا حدث صنف جديد بين بوادر المعمرات ، كالشجيرات وأشجار الفواكه وأنواع الشليك والبطاطس والورد وغيرها من النباتات التي يمكن تكثيرها خضريا ، وكذلك اذا حدثت أصناف

بهذه الطريقة ، على القوة التى فى النباتات لنقل صفاته الى نسله . وهذه القوة شديدة الاختلاف ولا يمكن وضع قواعد خاصة بها ، ففى بعض الأحوال قد يشبه خمسون فى المائة أو أكثر من أفراد النسيلة الأولى ، الأب الأصل . ويزرع بزور هذه قد يأتى تسعون فى المائة من البوادر مشبهاله ، ففى هذه الأحوال يكون تثبيت الصنف سهلا جدا ، وقد يمكن احداثه على مضى مدة ثلاث ذريات أو أربع . وفى بعض الأحوال يكون عدد النباتات المشابهة للأصل فى كل ذرية تالية قليلا جدا .

وقد لا يحرز مقدار كبير من النباتات التى يحصل عليها فى كل زرة شيأ من صفات الصنف التى أراد مربى النباتات تقريرها حتى ولو أجرى الانتخاب عدة ذريات .

قال فيلمورين (Vilmorin) إن بعض أصنافه المهيجنة من القمح استغرقت ست سنوات أو سبعا فى مجرى الزراعة والانتخاب ، قبل ان أصبحت من نبات الصنف بالدرجة الكافية لعرضها فى السوق اختبارا .

على أنه وجد أنه اذا استعملت تلك الطريقة لنخس نسائل أو ست من النباتات كانت كافية لتثبيت كثير من أصناف الغلال الجديدة ، والفول والحبس ، والكرنب ، واللفت ، والطماطم وغيرها من النباتات الحولية وذات السنتين ، ويحتمل أنه اذا زرع صنف من نبات معمر وأجريت فيه عمليات الانتخاب أبدا عدد من الذريات قدر ذلك ، أمكن حمل هذا النبات المعمر على إنتاج شبهه باطراد من البزرة ، على أنه لما كان الأمر يقتضى عدة سنين حتى يمكن الحصول على بزور من معمرات بادرية كانت عملية تثبيت أصناف جديدة من مثل هذه النباتات ، بواسطة انتخابها وتكثيرها بالطريقة المذكورة ، نادرة الحدوث ، وعليه كانت كل أصناف الكثرى والتفاح والشليك

جديدة من النباتات الحولية ، تكون خواصها قابلة للانتقال بواسطة بزورها انتقلا تاما الى كل أفراد ذريتها ، كان عمل مربى النباتات مقصورا على مجرد تكثير الصنف الجديد .

على أنه يوجد فى أكثر الأحيان أنه اذا زرعت بزور الصنف الجديد (أى النابغ الجديد) كانت أغلبية البوادر غير واثرة الملامح الخاصة التى للأب وانما تشابه النبات الأصل الذى نبغ منه الأب . مثال ذلك : اذا وجد فى حوض من نباتات الطماطم الحاملة لثمار منحطة مكشوة ، فرد يحمل طماطم ناعمة مستديرة جيدة ، وجد أنه اذا زرعت بزور هذا الصنف النابغ كان عدد عظيم من نباتاته ذا ثمار مكشوة ولا يحمل منها شئ ثمرا ناعما مستديرا جيدا مطلقا وان حصل فىكون عددها قليلا جدا . واذا ظهر صنف جديد بين مغلات كثرت بواسطة البزور فالواجب أن لا يكتفى بزور بل يسعى فى تثبيته حتى تكون كل البوادر الناتجة منه أو من أعقابها محرزة كل الصفات الخاصة التى لفتت الى أصلها نظر الزارع . ولا يمكن تثبيت صنف جديد دائم الصفات من مثل هذه النوابع البزورية إلا باتباع الطريقة الآتية من تكرار الانتخاب .

تزرع بزور النبات الذى بدت عليه الملامح الجديدة ، ويسمح للبوادر المحرزة نفس صفات الأب الخاصة أن تنتج بذورا ، فأما غيرها فيقطع ويهمل . وتزرع بزور هذه الذرية الأولى ويمجرى فى نتائجها انتخاب جديد ، ثم تزرع بزور ما كان منها محرزا نفس الصفات المرغوبة . وتكرر هذه العملية أبدا عدة ذريات حتى لا يحتاج الأمر الى اقتلاع ، أى حتى تكون الصفات الجديدة قد استقرت فى الذرية جميعها فيقال للصنف عندئذ أنه ثابت وينمو مطردا من البزرة أى يحدث شبهه باستمرار . ويتوقف الوقت اللازم لتثبيت صنف ما

والخزامى والرنجس وغيرها من النباتات المزروعة لاتأتى مطردة من بزور ، على أنه لا لزوم لهذا ، اذ يمكن تكثير النابغ الأصيل خضرىا بواسطة العقل والدفانات والتطعيم والبصلات . ولا شك أن الأصناف التى ليست صفاتها الخاصة وراثية لا يمكن تثبيتها . مطلقا . أما الأصناف التى هى نتيجة التهجين فيغلب أن تختلف على استمرار عدة ذريات فهى والحالة هذه صعبة التثبيت . وعلى هذا فاذا حاول التثبيت كانت الذريات المتعددة التى تزرع بقصد اجراء عملية الانتخاب تستوجب الحماية والمنع من أن تخاط فى الأخصاب بأصناف أخرى أو بالبوارى غير المطردة بقدر الامكان . واعلم أن الأخصاب الذاتى اذا لم يحرق بتطرف يؤدى الى تثبيت صفات الأصناف الجديدة .

(ب) الأصناف البزرية أو البادرية

سبق القول أنه لا يمكن أن تكون بادرتان متشابهتين تمام التشابه حتى ولو كانتا مشتقتين من بزور مأخوذة من أصل واحد فانه لابد لهما من الاختلاف بعضهما عن بعض فى صفة أو أكثر . فقد لا يكون لون الأزهار واحدا تماما ، وقد يختلف شكل الورقة ، أو ثخانة الجذر ، أو حجم الساق وعادة نموهما ، باختلاف الأفراد . فاذا كان التصنيف أى الاختلاف عن النموذج المشترك ظاهرا بينا ، سمي النبات "نابغا بزريا" ، فأما البوارى التى فيها اختلاف لا يكاد ينظر فتسمى "أصنافا بزرية" (Seminal Varieties) . وليس يوجد بين النابغ البزرى والصنف البزرى فرق جوهرى ، إنما هو اختلاف درجة فقط .

هذه الاختلافات الضئيلة غير المدركة من النموذج المشترك هى من الأهمية بمكان عظيم ، إذ تدلنا التجارب أن كل واحدة من هذه الاختلافات تقريبا

ربما زادت زيادة كبرى بواسطة انتخاب النبات الذى تكون فيه الصفة شديدة الظهور فى كل جيل تال ، فان انتشار الصفة وثبوتها يسيران معا فى مثل هذه الأحوال . فاذا لوحظ بين حوض من النباتات التى تكون أزهارها فى العادة صفراء ، فرد أزهاره عليها مساحة ضئيلة من الحمرة ، كان من الممكن احداث وتثبيت صنف متميز أحمر اللون فى الزهر بواسطة انتخاب النبات الذى تكون فيه حمرة البتلات أشد ظهورا ، من كل بطن من بطون النابغ الأصيل . وليس الأمر مقصورا على امكان تنويع مسحات اللون الزهرى وزيادته ، بل انما يمكن زيادة كل الصفات الأخرى بالطريقة نفسها على أى حال كان مبدءوها فى النبات المنتخب .

فى سنة ١٨٩٠ زرع بروسكووتر (Proskowetz) بزورا من بنجر البحر (Sea-beet) حصل عليها من عينات نامية على شاطئ فرنسا الجنوبي فى ثرى جيد من تراب الحدائق . وكانت البوارى ذات جذور شديدة التفرع مثل آباءها المتوحشة وأرسلت فراخا مزهرة فى نفس السنة التى زرعت فيها البزور . وكان متوسط المشتمل من السكر قليلا ، بالرغم من أنه كان يختلف ما بين ٣ و ١١,٢ فى المائة .

وقد انتخبت نباتات هذه النسيلة ذات المحتوى السكرى الجيد وذات الجذور السميكة القليلة التفرع وزرعت بزورها . فأشبهت أغلبية نباتات هذه النسيلة الثانية المنتخبة آباءها ولكن بعضها سلك مسلك ذات الحولين ولم يرسل سوقا مزهرة فى أول فصل من نموه . وقد انتخب من هذه النباتات ذات الحولين فريق آخر وزرعت بزوره ، فكان للجذور ، نظرا لهذا الانتخاب ، وحسن تربيتها ، فى سنة ١٨٩٣ مشتمل سكرى متوسطه ١٥,٩٣ فى المائة وكان متوسط وزن كل جذر ٤٣٦ جراما . وكان متوسط المشتمل السكرى

في فريق آخر منتخبة في سنة ١٨٩٤ ، ١٦,٩٩٠ في المائة وكان متوسط وزن الجذر ٣٦٨ جراما . وأنه وإن كانت بزور هذه النباتات لم تزل تثبت قليلا من النباتات الحولية مشابهة لآبائها الوحشية الأصلية ، فقد اتضح أن أغلب البوادر كانت ذات حولين ، وكان شكل شجر الجذر ومقدار مشتمله السكرى يشبهان أصناف البنجر العادة مشابهة كبيرة .

ولأجل تعيين مقدار المشتمل السكرى الزائد وكذا الزائد في حجم الجذر بسبب حسن تربة الحديقة التي أنبتت فيها بزور النباتات ، ولتعيين مقدار مافعله انتخاب أحسنها شكلا ، ورفض أردنها ، زرع جزء آخر من الحديقة في سنة ١٨٩٠ بالبزور الوحشية وسمح للنباتات بالبقاء وثر بزورها فانزاعها سنة بعد سنة ، وكان متوسط المشتمل السكرى لجذور هذه يرتفع سنة بعد أخرى .

ففي سنة ١٨٩٣ كان ٤,٥ في المائة ، وفي سنة ١٨٩٤ كان ٩,٣٨ في المائة ، وكان متوسط وزن الجذر في سنة ١٨٩٣ ، ١٤٧ ، جراما وفي سنة ١٨٩٤ ، ٢٣٢ ، جراما . وبمقارنته هذه الأرقام بالأرقام السابقة يرى أن عملية الانتخاب قد ضاعفت المشتمل السكرى تقريبا وزاد متوسط وزن الجذر زيادة مذكورة .

وقد حصل دى فيلموران (A. L. de Vilmorin) بواسطة عملية انتخاب أجراها باستمرار في أربعة أجيال من النبات ، من الجذر الأحمش الحولى الرفيع الجذر (Daucus Carota L.) على نباتات ذات سنتين لها جذور ثخينة شحمة تشابه بعض النماذج المزروعة العادية من الجذر في شكلها ولونها وحجمها . ويقال أن الأستاذ با كان (Buckman) قد أحدث صنف الجذر الأبيض (سفرانية) الكبير المحووف الرأس من الجذر الأبيض الوحشى الصغير الجذر بواسطة عملية من الانتخاب مشابهة لتلك .

ويمكن اعتبار هذين من الأمثلة على سرعة تنوع الأجناس المتوحشة بواسطة انتخاب وتكثير بزور ما يعتبر أحسن نماذج نباتات الأجيال العديدة المتتالية وطرح غيرها من النباتات أو اهلاكها .

والأصناف المزروعة الموجودة والحالة هذه يمكن تحسينها أو جعلها أفيد مما هي في الوقت الحاضر بطريقة مشابهة . وهذا بالاجمال أسهل كثيرا في المعالجة من الأصناف الوحشية .

٤ — التصفيف ، كيف يحدث ؟

مما سبق يفهم أن تحسين النباتات يتوقف مبدئيا على قابليتها للتصفيف ؛ فانه إذا كانت النباتات كلها متشابهة ولم تختلف بعضها عن بعض مطلقا ، لم يمكن الانتخاب . وفضلا عن ذلك فانه لا بد أن يكون التصفيف في النباتات الحديثة من البزور وراثيا وإلا فانه إذا لم تكن الصفة الخاصة التي في فرد منتخب من النبات تنقل الى النسيطة التالية ، أصبح الانتخاب عديم القيمة . فمثلا لا يمكن حدوث تقدم في تكوّن نوع من النباتات الصلبة القش من صنف من الشعير أو القمح ذى سوق ضعيفة بواسطة انتخاب وتكثير نبات فرد قش صلب ، إلا إذا كانت هذه الصلابة تنقل الى نسل النبات المنتخب .

ولا يمكن معرفة أى الصفات يمكن نقلها الى بوادر النسل وأياها غير ممكن إلا بالتجربة الفعلية . ولا بد أن تكون صفات النباتات والحيوانات محدثة من تغيرات نوعية في بناء بروتوبلازمها . ولكن لم يعرف شئ قطعى عن طبيعة هذه التغيرات ولذلك كان حمل نبات ما على التصفيف بطريقة مرغوبة خاصة أمرا يستحيل في الوقت الحاضر . بل أن محاولة جعل نبات ما يتصفيف تصنفا ما مدركا أمر من الصعوبات بمكان ؛ إذ أن من الأنواع ما يكون ثابتا جدا .

على أنه اذا ابتدأ التصنيف ظهرت الصفة المطلوبة عاجلا أو آجلا بين النباتات ، فكأن أول خطوة فى سبيل تحسن فى النبات هى مخالفة النموذج أو جعل النموذج المقصود تحسينه يتصنف بأى طريقة كانت .

وبما أن تصنيفات النباتات هى النقاط التى يتبدى منها التنوع أو التحسن ، فلا بد من البحث عما اذا كانت هناك طرق يمكن بها احداث التصنيف .

وقد دلت التجارب على أن التصنيف يمكن احداثه :

(١) بتغيير الأحوال الخارجية الحيوية للنبات .

(٢) بالاخلاق والتجهين .

وليس يخفى أن وفرة المواد السادية يؤدى الى ترعرع مختلف أعضاء النبات ، فى حين أن نقص هذه المواد يؤدى الى انحطاط القوام والى نقص عام فى كل الأجزاء ، وعلى ذلك بغودة الأرض أو رداءتها تؤدى الى التصنيف فى النباتات وكذلك شدة الضوء ، وحرارة الصيف أو برودته تحدث تصنيفا فى حلاوة كل أنواع الفواكه تقريبا . كما أن حجم حبوب القمح والشعير وغيرهما من الغلال وكذلك حجم كثير من البزور وغير ذلك من أجزاء النباتات يتوقف أيضا على فلاحه الأرض التى هى مزروعة فيها ، وعلى الفصل وطول المدة التى يجرى فيها النمو . وهناك أحوال خارجية أخرى تؤدى الى تغيرات فى بناء أعضاء مختلفة من النباتات ووظائفها . وقد يقال بالاجمال ان التصنيفات التى من هذا القبيل أى التى تحدث بتغير مقدار المواد الغذائية الموجودة فى التربة أو بتغير الفصل والطقس ، يندر أن تكون وراثية ، فان هذه التغيرات تظهر فى ظروف خاصة ، فاذا تغيرت هذه الظروف اختفت التصنيفات .

فمثلا اذا زرعت أصناف طويلة من البازلاء والفلول أو أى نبات آخر فى ارض ضعيفة ، فربما تنجب بطون متوالية من أفراد قصيرة ما دامت

الأرض ضعيفة . على أن بزور مثل هذه النباتات اذا زرعت فى أرض جيدة تحدث نباتات طويلة مباشرة ، وهذا دليل على أن عادة القصر التى أحدثتها تلك الأرض ليست تنوعا وراثيا دائما .

والقمح والشوفان وغيرهما من الغلال اذا زرعت فى أرض جيدة من الحداثق على فترات من الزمن طويلة كما فعل بعض مكثرى النباتات ، يتكوّن لها قش طويل وسنابل طويلة وحبوب كبيرة ، ولكن لا يمكن انتاج صنف ثابت جديد منها بهذه الطريقة .

واذا زرع بنجرله جذور مخلمية بشكل (Fanged) بعضه ملاصقا لبعض ، لم تبقى بينها مسافات كافية لتنمية فروعها المشوّهة ، وعلى ذلك يمكن حملها على اتخاذ شكل جيد . ومع ذلك فالبزور المشوّهة من مثل هذه النباتات اذا زرعت تحت ظروف الزراعة العادية تحدث مباشرة نباتات ذات جذور مخلمية كأسلافها وعلى ذلك فمن الضرورى عند محاولة احداث صنف جديد من أى نوع من أنواع النباتات أن لا يكون التنوع المتخذ قاعدة تجرى عليها عملية الانتخاب قد تسبب عن الظروف الخارجية فقط .

اذا كانت زيادة الحجم فى بعض الأعضاء هى الوجهة المرغوبة فى الصنف الجديد ، فربما كان خيرا أن تحدث نسل متوالية من النباتات التى يراد عمل الانتخاب فيها فى أرض معتدلة الضعف بدلا من أرض قوية خاصة ، وأى ازدياد فى حجم فرد من النباتات عن غيره فى مثل هذه الظروف يقل أن يكون ناشئا عن زيادة السماد عرضا فى الأرض بل الغالب أن يكون مسببا عن صفة وراثية باطنية فى النبات المذكور .

وأؤكد الطرق لاحداث التصنيف فى نبات ماهى أخلاطه أو تهجينه بفرد آخره فى هذه العملية يحدث خلط فى پروتوپلازم نباتين متيزين وعلى ذلك

٥ — ارتباط الاختلاف (Correlated Variability).

إن شتى أجزاء جسم النبات أو الحيوان هى من الارتباط بعضها ببعض بحيث أن أى تغير فى بناء أى عضو أو وظيفته يؤدى فى الغالب الى تغير ضرورى فى عضو آخر. وطبيعة الاتصال بين التصفات المرتبطة هى فى كثير من الأحوال ملتبسة ولكن وجود هذا النوع من الاختلاف جدير أن يعيه أولئك الذين يعنون بتحسين النبات. وفضلا عن ذلك فانه من المهم أن لا يندحر وسع لتبين طبيعته، إذ أن ادراك ما بين الأجزاء المختلفة من النباتات من العلاقات البنائية والوظيفية ادراكا صحيحا كاملا، يساعد مربى النباتات على توفير كثير من الوقت الثمين. ولا شك أن قلة العلم فى مثل هذه الأمور قد أدت بكثير من مربى النباتات الى محاولة المستحيل.

والمشاهد فى كثير من الأحوال أن مقدار الناتج وجوده الصنف أمران مرتبطان بعضهما ببعض بحيث أن زيادة أحدهما تؤدى الى نقص الآخر؛ بعد حد ما وأن محاولة جمع الصنفين فى صنف واحد مستحيلة. فلقد كانت كل محاولة للحصول على صنف من بنجر السكر يكون وافر الغلة الجذرية فى الفدان مرتفع نسبة المحتوى السكرى، تحقق دائما إذا بلغ السكر فى الجذر مقدارا مئويا معلوما؛ فإذا زادت نسبة السكر عن هذا المقدار المئوى أدت هذه الزيادة الى نقص فى حجم الجذر ووزنه.

ويظهر أنه من المستحيل تربية صنف من القمح الأبيض ذى محتوى وافر من الجلوتين (Glutin) بحيث تكون قوة اغلاله لحبوب القمح اللشوية فى الفدان الواحد كبيرة أيضا، وتتوقف صعوبة هذه التربية على أن الزلايات الحلويتية تحتزن فى الأكثر فى الطبقة المفردة من الخلايا الألورونية التى تمتلئ أولا، إذ تمتلئ الأجزاء المركزية من الاندوسبرم بعد ذلك من مادة النشا على الأخص؛ وكلما طالمت مدة عملية التمثيل بعد امتلاء الطبقة الألورونية ازدادت الحبوب نشا وازداد المحصول كبرا.

فالذرية تشتمل على مادة حية مشتقة من موردين مميزين مختلفين. وقد تكون النباتات الحاصلة فى بعض الأحيان من مثل هذا الخلط، يماثل بعضها بعضا مماثلة قوية. على أن الذريات التالية تلوح عليها اختلافات كبيرة، إذ ترى فى النباتات صفات الأبوين الأصليين مختلطة بدرجة شديدة الاختلاف وتلاحظ بينها الخصائص التى لا ترى فى الأبوين غالبا. وهذه الخصائص وإن كانت فى ظاهرها جديدة هى هى الخصائص التى أحرزتها الآباء الأول أو أسلافها السابقة، خصائص نقلت بحالة خفية على مضى عدة أجيال.

والتصفات التى هى نتائج الأخلاط هى فى الغالب الأغلب وراثية أكثر من الصفات المنتجة بواسطة فعل الظروف الخارجية، وفضلا عن ذلك فانه يمكن زيادتها فى العادة بواسطة الانتخاب. وليس الأخلاط وحده مفيدا لاحداث الاختلاف بين النباتات حتى يمكن البدء فى الانتخاب، بل يلجأ اليه أحيانا توسلا الى أن تجتمع فى صنف نبات واحد صفات لا تتوفر إلا فى نباتين مختلفين وصنفين مميزين. فإذا اختلط صنف غرض القوام من النوع الجليد من وجوه أخرى بصنف صلب القوام من النوع الرديء، أنتج أحيانا نسلا أو نسليين فيهما صفة الأول الجيدة وصلابة قوام الآخر. وكذلك الأمر فى غير هذين من صفات صنفين مميزين فانه يمكن خلطهما خلطا صالحا وإن كان الأمر يحتاج الى الانتخاب فى أغلب الأحوال لتثبيت خصائص النموذج الجديد المحدث بهذه الطريقة. وهناك خصائص لا يمكن جمعها وتقويتها فى نبات واحد بأى طريقة؛ ولذلك يحسن أحيانا أن يزرع صنف من النبات لغرض وصنف لغرض ثان، بدلا من محاولة الجمع بين صفات متناقضة.

وقد دلت التجارب على أن أصناف الشعير الرفيعة الساق تعطى أجود أنواع الحبوب اللازمة لمولت البيرة ، وأن تربية صنف منه تجتمع فيه جودة صنف الحبة وشدة صلابة القش ربما كان مستحيلا .

ومعلوم أن انتاج البزور وترعرع الأعضاء الخضرية أمران متضادان ، مثال ذلك : البطاطس فإنه لما كانت الغلة من درناتها الجيدة كبيرة نزلت نسبة انتاجها للبزور نزولا كبيرا ، وكذلك الأمر في الشوفان والقمح فإن أصنافهما القصيرة القصب تعطى في العادة مقدارا من الحبوب أكبر في النسبة منه في ذوات القصب الطويل . وكذلك اللفت الذى ينمو ببطئ مستمر فإنه يعطى مقدارا من الوزن الخاف في الفدان أكثر من الصنف السريع النمو ، إذ أن هناك وقتا أكبر لصنع الغذاء وتجميعه وتمثيله في الصنف الأول مما هو في الصنف الثانى ، فأما محاولة انتاج صنف من اللفت سريع النمو بحيث يكون مرتفع القيمة الغذائية فإنها تخفق بعد الوصول الى حد محدود من الجودة ؛ ولكن يوجد لحسن الحظ مجال واسع للعمل الظامى والتحسين قبل الوصول الى الحد المذكور ، وقد يصدق ذلك على كل النباتات الحقلية تقريبا ، إذ أنه لم يبدل من المجهودات المنظمة لتحسينها الى اليوم إلا قليل .

٦ - الرجعى (Reversion) انحطاط الأصناف (Degeneration of Varieties).

يصبح الصنف الجديد من النبات مستقرا على التدرج وثابتا بواسطة اعدام الأفراد التى لا تشابه النموذج العام من كل جيل من أجياله . على أن لفظ " تثبيت " لفظ نسبي ، فإنه كثيرا ما تظهر أفراد من " النباتات الكاذبة " أو الشريدة بين أفراد ذرية النبات بين فترة وفترة حتى ولو كان صنفًا مربي جرت في أجياله عملية الاعدام بانتظام ، ونسل من البزرة في أثنائها مطردا .

مثال ذلك : الأفراد التى تشابه نبات البانسى (Pansy) المتوحش (Viola Tricolor L.) ثيولا تريكلور فى شكل أزهارها وأوراقها وكذا فى حجمها ولونها فإنها تبدر أحيانا بين النباتات المحدثه من بزور أجود نماذج نبات البانسى المربى الكبير الزهر ، وتحديث أحيانا بين محاصيل اللفت المخضر الرأس أفراد قرمزية الرأس . وكثيرا ما تبدو على الشريدة من النباتات (Rogues) صفات كانت في أجداد الصنف الذى توجد فيه .

ويطلق على ميل النباتات الى الرجوع الى الصفات التى جرى العهد على فقدها لفظ " أتافيزم " (Atavism) الارتداد أو الرجعى (Reversion) .

ولا يبقى من الأصناف المكثرة بواسطة البزور على شكل النموذج الذى أخرجه المربى الأول إلا قليل منها أكثر من عدد محدود من السنوات ؛ وقد لا يبقى منها شئ بته . ولما كان اعدام النباتات الشريدة في كثير من الأحوال أمرا لا يقوم به من يزرعون البزور قيما وافية فإن ما يترتب على ذلك من الاختلاط بذرية النباتات المرتدة يدعو الى سرعة انحطاط الصنف فى النقاوة .

وفضلا عن جهل الزراع بأمر تمييز الأشكال المرتدة ارتدادا بسيطا وتراخيهم فى اعدامها ، فإن هناك تغيرات تحدث فى النموذج بسبب اختلاف رأى كل زارع يوم يتخذون الأفراد التى يتخذونها آباء للبزور . فإنه اذا وجد ثلاثة زراع لصنف البازلاء الذى استحدثه المستر جاين (Gubbin) مثلا فلا بد لهم من الاختلاف فى رأى عن المستر جاين نفسه وعن أنفسهم فى أهمية مختلف صفات البزرة الجيدة ؛ وعلى ذلك فإذا حصل الانتخاب كان ذلك من ثلاث نقط نظرية مختلفة ، فإذا انقضى أبد بضعة أجيال لم يبق صنف المستر جاين إلا بالاسم إلا اذا قام المستر جاين نفسه بعملية التكثير .

وعلى ذلك تنتج ثلاثة نماذج مختلفة تسمى بنفس الاسم . ولذلك كان من الواجب على الزارع والبستاني أن لا يغير بالأسماء القديمة فانه لا يترتب عليها الحصول على شئ نافع ، كما أنه لا بد من الإشارة الى أن ظهور اسم جديد لا يقتضى أن يدل على ظهور صفة جديدة فى البزرة التى أطلق عليها الاسم ، فقد تطلق أسماء جديدة على الأصناف القديمة يوم لا يمكن بيعها باسمها القديم .

وزراعة قطع صغيرة من الأرض بكثير من الأصناف المختلفة التسمية من نباتات الحقول والبساتين من النوع نفسه يفيد الزارع تجربة وخبرة قيمة .

وفضلا عن ذلك فان فى بذر قطع صغيرة من الأرض يزور صنف من اللفت أو البازلء يحصل عليها من سنة متاجر مختلفة من متاجر البزور درسا عظيما مفيدا ولكن مما يؤسف له أن الزارع لا يقومون بتجارب كافية من هذا القبيل .

(انتهى)

٧٨-٢٧
٦٢٦